

## **APLICAÇÃO DO MODELO DE PRODUÇÃO LEAN EM CONTEXTO DE INCLUSÃO SOCIAL – UM ESTUDO DE PESQUISA-AÇÃO**

### **APPLICATION OF LEAN PRODUCTION MODEL IN THE CONTEXT OF SOCIAL INCLUSION - A STUDY OF ACTION RESEARCH**

Alvair Silveira Torres Junior<sup>1</sup>; Bruno Battaglia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo – USP – São Paulo - Brasil

[alvair@usp.br](mailto:alvair@usp.br)

<sup>2</sup>Lean Institute Brasil - São Paulo - Brasil

[bruno@lean.org.br](mailto:bruno@lean.org.br)

#### **Resumo**

*O trabalho teve por objetivo investigar o potencial de aplicação dos conceitos da Manufatura Enxuta no contexto sócio-econômico de uma Cooperativa de Reciclagem de Sumaré-SP. A metodologia utilizada foi a pesquisa-ação, envolvendo os cooperados no levantamento de informações e análise das oportunidades de melhorias, sob a perspectiva do modelo de produção lean. Como resultado da intervenção realizada entre fevereiro de 2010 e março de 2011, houve considerável melhora nas condições gerais, observando-se aumento de 68% na produtividade, crescimento de 130% na renda dos cooperados, redução do tempo de atravessamento do material de 37 para 9 dias, liberação de 20m<sup>2</sup> de área, além de um aumento no nível de conscientização dos cooperados com relação à importância de repensar as práticas e reduzir os desperdícios como forma de melhorar continuamente as condições de trabalho na cooperativa. Os resultados demonstram a possibilidade de adaptação e aplicação dos conceitos da Manufatura Lean para trazer benefícios a uma atividade produtiva no contexto da inclusão social. Ao invés de aplicar alguma ferramenta específica daquele modelo, tradicionalmente vista nas empresas, tais como JIT, Kanban ou célula de manufatura, enfatizou-se na aprendizagem por meio de experimentação (Kaizen) sobre a eliminação de desperdícios no trabalho.*

**Palavras-chave:** produção lean; inclusão social; produção enxuta; lean manufacturing

#### **1. Formatação geral**

Na agenda das iniciativas empresariais e políticas públicas crescem de importância as ações de caráter sócio-ambientais em empresas e organizações como forma de reduzir o impacto de suas atividades no meio-ambiente, preservando recursos e oportunidades de sustento para as futuras gerações. Com esse objetivo, o conceito de redução dos desperdícios, e a importância da reciclagem nas cadeias produtivas, vem ganhando crescente espaço, dada a necessidade do consumo

responsável dos insumos, energia e matérias primas e, ao mesmo tempo, pelo fato desses esforços serem atraentes do ponto de vista econômico às empresas.

Nesse contexto, a mentalidade enxuta, ou *lean thinking*, vem sendo reconhecida por empresas de diversos setores como um modelo de gestão fortemente aliado à redução dos desperdícios sistêmicos e melhoria das atividades gerenciais e produtivas, apresentando ferramentas e conceitos que trazem grandes oportunidades de alinhar as expectativas da responsabilidade sócio-ambiental, através do uso racional de recursos, aos aspectos econômicos que movem as atividades produtivas, reduzindo o dispêndio com atividades desnecessárias.

Por outro lado, é crescente o número de iniciativas governamentais e de ONGs no apoio e fomento a projetos que visam inclusão sócio-econômica por meio da geração de emprego e renda à população excluída do mercado de trabalho formal. Nesse sentido, a atividade das cooperativas de catadores de materiais recicláveis, incentivada no âmbito da Lei Federal Nº **12.305/10**, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, traz oportunidades de inclusão social sustentável através da exploração econômica da coleta e separação de materiais antes considerados como lixo.

Tendo em vista que tais cooperativas passam a ser uma fonte significativa de renda e envolve um número crescente de participantes, a melhoria de seus indicadores de produtividades passa a ser foco de ação gerencial com interesse sócio-econômico. Assim, a presente pesquisa pretende contribuir na resposta à pergunta: seria possível transplantar os conceitos do modelo de gestão *lean*, usualmente aplicado em empresas privadas, para trazer ganhos produtivos também às iniciativas de inclusão social nas cooperativas de reciclagem?

Em função do ineditismo na combinação dos dois fenômenos, *gestão lean* e inclusão social, os pesquisadores optaram por uma pesquisa qualitativa utilizando o método da pesquisa-ação, com o objetivo de explorar e construir alternativa de resposta, através da aplicação controlada e participante dos conceitos do modelo enxuto nas atividades de uma Cooperativa de Material Reciclável no interior de São Paulo.

## **2. Fundamentação teórica**

### **a) Modelos de produção em novos contextos, além do econômico**

O conceito de ecoeficiência em modelos de produção foi um dos primeiros a combinar os aspectos de valor econômico e valor social tendo como objeto as ações corporativas. Através deste conceito e de outras ideias correlatas, iniciou-se um movimento por gestão responsável das operações em empresas que visasse empreender ações em prol da minimização de emissões, redução no uso de materiais e energia, reutilização e reciclagem de insumos, passando a integrar programas de gestão que variavam em torno dos chamados 3Rs - reciclagem, redução e reutilização (SCHMIDHEINY e BCSD, 1991).

De fato, essa preocupação diretamente com o ambiente, que mais tarde se ampliou para o sócio-ambiental – integrando pessoas e planeta- tem levado a ações corporativas que conseguem ser atrativas aos olhos do valor econômico, melhorando o custo dos produtos vendidos, ao mesmo tempo reduzindo impactos ambientais. Dentre vários exemplos no relatório da WBCSD (2000) há o caso emblemático da 3M cujo programa Prevenção de Poluição se Paga (3P) resultou em mais de US\$ 800 milhões em economia. Nessa linha, Richards (1999) aponta que os efeitos positivos de tais exemplos demonstraram os benefícios que as decisões Verdes e estratégicas têm sobre a eficiência operacional e redução de despesas, contribuindo para difundir os princípios ecológicos nas empresas com vistas a alinhar valor econômico e social nas decisões corporativas.

Entretanto, esse comprometimento conceitual com a sustentabilidade parece ser a primeira geração no alinhamento dos valores social e econômico. O desafio de avançar no equilíbrio das decisões, tornando esse alinhamento parte integrante do dia-a-dia e estendido por toda sociedade incluindo os excluídos das atividades econômicas rentáveis e sustentáveis, deve ser o objetivo final de uma economia sustentável. Embora se tenha alcançado reduções e economias de custo, as iniciativas são isoladas e não integradas. Elas focam demasiadamente certas entradas de materiais nas organizações e se apresentam como aproveitamento de oportunidades diante do desperdício histórico. São medidas de oportunidade e não-sistêmicas ou sistematizadas. Questões importantes de desperdício e impacto ambiental em atividades extra ou intra-corporações permanecem obscuras, sem abordagem gerencial, por não haver visibilidade, ou por serem mais complexas, ou por demandarem mais investimento, e, não obstante seu impacto, permanecem sem tratamento adequado por parte da gestão operacional. Lenhi (2000) descreve este aspecto do problema da falta de alinhamento dos valores, destacando o fato do desafio residir em assegurar que os conceitos ecológicos e de responsabilidade social sejam aplicados da mesma forma em todo conjunto.

Outra forma de ver este desequilíbrio sistêmico provocado por alinhamento *ad-hoc* dos valores econômico e social é a falta de maiores esforços em reduzir a utilização dos recursos de forma ampla. Segundo Schmidt-Bleek (1994) e Von Weizäcker (1997) haveria uma necessidade em diminuir este uso por um fator 10, tornando as corporações mais focadas em otimizar a relação dos recursos utilizados sobre recursos disponíveis, um claro valor social e econômico de longo prazo, e não somente sobre os custos e entradas isoladas dos recursos aplicados, na visão mais curta do viés estritamente econômico. Trata-se do conceito do não-desperdício dos recursos naturais (ALLENBY e COOPER, 1994; ALLENBY e RICHARDS, 1994; MCDONOUGH e BRAUNGART, 1998; SOCOLOW et al, 1994) que formam a base do conceito de sustentabilidade e do que autores como Holmberg e Robert (2000) chamaram de *The Natural Step*.

Este esforço lançou as bases de conceitos como o termo “*triple bottom line*” (ELKINGTON,1997), também conhecido como 3P, visando considerar aspectos do planeta-people

e *profit* (lucro) nas decisões empresariais. Trata-se de desdobramentos a partir da necessidade de avançar a *ecoeficiência* nos modelos de operação rumo às ações de “reduzir o dano ambiental, criar crescimento econômico e aumentar o emprego significativo”, construindo o que autores chamam de capitalismo natural, auto-sustentável (HAWKEN et al., 1999).

Dessa forma, o campo da sustentabilidade amadureceu rumo ao alinhamento conceitual mais intrincado de valores econômico e social, porém focando principalmente a questão ambiental. Claro que neste enfoque ambiental da dita sustentabilidade, o aspecto social também está incluído nos termos da saúde e segurança humanos implícitos, porém, a reconhecida ênfase econômica-ambiental passa a ser tratada de forma mais privilegiada pela pesquisa e prática da gestão em operações. Identificamos em Kleindorfer, Singhal e Wassenhove (2005), no inventário que fizeram das pesquisas sobre Gerenciamento de Operações Sustentáveis, a centralidade do econômico-ambiental nas estratégias das cadeias produtivas, fruto do reconhecimento pelas corporações que lucro e lucratividade eram o único elemento em jogo no sucesso de longo prazo das empresas, passando agora há ter a companhia dos aspectos do futuro das pessoas e do planeta.

No que diz respeito às corporações tradicionais do mercado, Bowen e colaboradores (2001) identificaram iniciativas de melhoria no desempenho ambiental, saúde e segurança no trabalho, alinhadas aos esforços de melhoria de produtividade nas empresas, as quais alcançaram resultados de alavancagem mútua na presença de sistemas de gestão e ferramentas gerenciais, integrando ambos conjuntos de indicadores internamente à empresa e também na cadeia de suprimentos.

Vale assinalar, porém, que o econômico aparece em primeiro lugar, recebendo a sustentabilidade de viés ambientalista e o social como acessório. Criou-se uma lacuna na literatura sobre pesquisas que ofereçam contribuições sobre as possibilidades ou dificuldades de aplicabilidade dos modelos de gestão de operações no que diz respeito também aos aspectos econômico-social e social-ambiental, como por exemplo, queremos tratar aqui, da inclusão social, aplicando o conceito para aumentar a efetividade de programas ou organizações no que diz respeito às iniciativas de inclusão social. As atuais ferramentas gerenciais empregadas nas grandes corporações dariam conta disso? A resposta exige a necessidade de pesquisas que contemplem contextos diferentes das grandes corporações, buscando investigar operações em outros contextos da sociedade. Notadamente a realidade brasileira requisita a necessidade de tais pesquisas, relevantes para seu desenvolvimento e peculiaridades de sua população, distinto da pesquisa desenvolvida em países desenvolvidos sem estas preocupações, daí a lacuna encontrada entre modelos de operações e inclusão social, que também servirá há outros países emergentes na compreensão para fazer a ligação entre a boa técnica internacional e nossas necessidades.

## **b) As oportunidades do modelo *lean* em novos contextos**

Por outro lado, a abordagem *lean*, ou modelo enxuto de produção, tem sido uma das ferramentas gerenciais que mais tem aproximado as grandes corporações da questão do desperdício operacional em suas plantas e entre unidades da cadeia. Tratado de uma forma ampla, as recomendações de processos enxutos tanto do lado da agregação de valor quanto do lado de eliminar desperdícios de tempo e materiais atingem o alinhamento preconizado por Bowen et al (2001). Alinha-se, no seu potencial teórico, embora não declarado nas origens do modelo enxuto, com o conceito da ecoeficiência e melhoria do desempenho ambiental. De fato, os trabalhos mais recentes de especialistas no modelo *lean* discutem de forma direta esta contribuição da utilização racional dos recursos no modelo enxuto para a ecoeficiência das atividades produtivas (GORDON, 2001; WILLS, 2009).

Essa convergência se dá pelas próprias origens do pensamento *lean*, sistema de gestão inspirado nas práticas da montadora japonesa Toyota, no Sistema Toyota de Produção. De acordo com Ohno (1988), esse sistema de produção nasceu como fruto da urgente necessidade que a empresa tinha de eliminar os desperdícios de seus processos e operações para manter-se viva no mercado, ao final da II Guerra Mundial. Ohno listou os desperdícios em sete tipos: superprodução, estoque, espera, transporte, movimentação, processamento e falta de qualidade. Os esforços empregados para eliminá-los criaram um conjunto de técnicas e conceitos que permitiriam às empresas trabalhar com o máximo aproveitamento dos recursos, reduzindo seus custos de produção e aumentando a produtividade das fábricas. Técnicas como produção puxada através de entregas Just-in-time e utilização de cartões *kanban* na programação, prática de *Kaizens* (melhoria contínua), sistemas focados em qualidade produzida na origem com dispositivos à prova de falhas (*poka-yoke*) ou paradas de produção para resolução dos problemas através de sinalizações feitas pelo próprio operador (*andon*), passaram a integrar lista de possibilidades na gestão da produção. Entretanto, cabe ressaltar, quando tais ferramentas são praticadas sem referir-se aos objetivos de fluxo contínuo e agregação de valor sistematizados por Womack e Jones (1998), no chamado modelo enxuto ou *lean* de produção, elas podem se apresentar ao praticante desavisado apenas como técnicas funcionais para a Toyota.

Womack e Jones (1998) definiram os conceitos básicos desse modelo gerencial, apresentando-o de forma a poder ser aplicado por empresas diversas, tendo como elemento central, basicamente, o alinhamento em fluxo, sem ou quase nenhuma interrupção na sequência, das atividades que geram valor, ou seja, o esforço de eliminar do fluxo produtivo os desperdícios de Ohno, e nele permanecer apenas aquilo que agrega valor na identidade do produto ou serviço. Ainda de acordo com Womack e Jones (1998), como valor, entende-se a combinação de percepções tais como preço, qualidade e confiabilidade, pelas quais os clientes estão dispostos a pagar.

Desse modo, alinhar as etapas que criam valor e eliminar os desperdícios, ou seja, as etapas que não agregam valor, promove o fluxo contínuo dos materiais entre as atividades, reduzindo assim o lead time, ou tempo de atravessamento, entre matéria prima e produto acabado (OHNO, 1988). Essa forma de pensar tem sido bastante difundida, gerando excelentes resultados em diversas áreas de aplicação, se mostrando adaptável a ramos de atividades muito distintos (LIKER, 2009).

Autores identificaram correlação positiva dessas práticas do *lean manufacturing* com a manufatura sustentável (KING e LENOX, 2001; ROTHENBERG, PIL e MAXWELL, 2001), o chamado movimento *Lean and Green*, em que o desempenho ambiental é melhorado pela adoção dos princípios enxutos. A partir dos conceitos básicos desenvolvidos na manufatura enxuta, desperdícios de insumos, energia e recursos passam a ser discutidos ao lado dos desperdícios de tempo.

Uma análise crítica dessa particular trajetória da aplicação do modelo ou abordagem lean sobre o aspecto da sustentabilidade, repete o viés ambientalista de cunho econômico já identificado em outras abordagens. Suas origens na interface entre a dimensão técnica da gestão de operações voltada para dentro da organização e a dimensão social voltada para impactos no entorno da empresa, também está mais estreitamente ligada ao aspecto sócio-ambiental revelado na preocupação da ecoeficiência. Entretanto, se lançarmos luz sobre as ferramentas de gestão *lean* a partir de uma perspectiva sócio-técnica vamos perceber uma forma particular de como estas ferramentas prescrevem uma nova forma de interação com os recursos humanos, integrando o conhecimento dos trabalhadores operacionais com as técnicas das ferramentas. Há uma valorização da necessidade de buscar e incentivar o comportamento de participação ativa dos trabalhadores na resolução de problemas. É aquilo que Likert (2009) assinala quando identifica na Toyota um sistema de resolução de problemas por todos os membros ou Spear e Bowen (1999) quando revelam o “DNA da Toyota” como sendo a aplicação do conceito do método científico na melhoria contínua através dos operadores.

Segundo Gino e Pisano (2006) a perspectiva sócio técnica se encaixa em uma temática de investigações mais ampla em operações, que trata da pesquisa comportamental no gerenciamento de operações. Em síntese os autores destacam um conjunto de pesquisas, desde as experiências de Elton Mayo até modelos de sistemas dinâmicos que objetivam estudar o papel do comportamento e da cognição no desempenho operacional. A partir destes estudos sugere-se que levando em conta o estado de fatores comportamentais e cognitivos de dado sistema poderíamos prever o desempenho operacional sob tais condições.

A partir desta perspectiva o exame das possibilidades teóricas do modelo de produção *lean* levantam duas questões sobre sua aplicabilidade em contexto de inclusão social. De um lado, se o

modelo apresenta uma forte presença de fatores comportamentais em sua operacionalização, sintetizado na participação ativa dos trabalhadores, isto seria um obstáculo na implantação em contextos de inclusão social? Afinal a inclusão social pressupõe que as pessoas beneficiadas estão à margem do mercado tradicional por conta de lacunas em qualificação e comportamento esperado pelas corporações.

Por outro lado, outra leitura possível é que a implantação do modelo *lean* ao exigir esta participação e envolvimento dos trabalhadores operacionais poderia ser desencadeador do processo de qualificação *on the job*, durante a implantação, aumentando os benefícios da inclusão social. Em outros modelos tradicionais, como no taylorismo-fordismo, os trabalhadores podem ser incluídos economicamente, porém continuam com níveis baixos de qualificação.

Portanto, seria o modelo de produção *lean* também ajustável às necessidades da inclusão social em contexto socioeconômico distinto das grandes corporações? Identificamos a oportunidade de fazer este teste no ambiente de uma Cooperativa de Recicláveis voltada ao propósito de inclusão social de famílias pobres. Propomos investigação nesse ambiente.

### **3. Método**

A proposta desse estudo é investigar a viabilidade de aplicar os conceitos da Manufatura Enxuta no ambiente sócio-econômico de uma Cooperativa de Reciclagem constituída por trabalhadores de baixa-renda como parte de um processo de inclusão social, contexto significativamente distinto das empresas privadas nos quais o modelo enxuto de produção vem obtendo visibilidade e sucesso (WOMACK e JONES,1998; LIKER,2009). Para tanto escolhemos no desenho da pesquisa a abordagem da pesquisa-ação objetivando investigar oportunidades e limites na adaptação do modelo enxuto à Cooperativa, na medida em que os pesquisadores foram introduzindo os conceitos e ferramentas *lean* no processo de organização produtiva junto com os cooperados.

#### **3.1. Desenho da pesquisa**

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social empírica, concebida e realizada em associação com uma ação, tendo em vista uma dada situação ou a resolução de um problema coletivo, e na qual os pesquisadores e os participantes que representam aquela situação ou problema, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1997). A pesquisa-ação é um método de condução de pesquisa aplicada, orientada para elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções.

Em Lindgren et al (2004) a pesquisa-ação é conceituada como um método intervencionista, o qual permite ao pesquisador testar suas hipóteses em campo, ao mesmo tempo em que implementa ou propões mudanças no cenário real. Neste tipo de pesquisa, além de acompanhar o

fenômeno e seus atores *in loco*, o pesquisador assume a responsabilidade de aplicação do conhecimento (GODOI et al, 2006).

Eden e Huxham (2001) sustentam a pesquisa-ação como método que se aplica aos casos em que são necessários dados coletados de forma mais imbricada com a realidade. De fato, na pesquisa-ação o investigador se insere no contexto da pesquisa, envolvendo-se com os membros da organização pesquisada em torno do objetivo comum, permitindo assim, que os dados mais sutis se tornem mais acessíveis durante a pesquisa.

### **3.2. Fases da pesquisa-ação**

Conforme Stringer (1996), a pesquisa-ação compreende uma rotina composta por três ações principais: observar, para reunir informações e construir um cenário; pensar, para explorar, analisar e interpretar os fatos; e agir, implementando e avaliando as ações.

Thiollent (1997) propõe dividir o processo de pesquisa-ação em quatro etapas principais: fase exploratória, fase principal, fase de ação e fase de avaliação. Esta proposição de divisão foi adotada para a realização do presente estudo, descritas a seguir:

#### **a) Fase exploratória**

Esta primeira etapa do processo de pesquisa-ação, que tem grande importância devido ao fato de encaminhar as fases subsequentes da pesquisa, possui aspectos internos que dizem respeito ao diagnóstico da situação e das necessidades dos atores e à formação de equipes, envolvendo pesquisadores e membros da organização, e aspectos externos, que têm por objetivo divulgar essas propostas e obter o comprometimento dos participantes e interessados.

Nesta pesquisa, a Fase Exploratória foi iniciada com a formação da equipe de implementação composta por 2 pesquisadores, o líder dos cooperados no processo de reciclagem, a gestora da ONG que apóia a gestão financeira da Cooperativa e mais três cooperados representando as fases de recepção- separação-compactação e embarque do processo. Uma reunião inicial explicou a todos os cooperados os objetivos, e possibilitou a formação da equipe com a indicação dos representantes. A equipe procedeu à análise e diagnóstico dos processos produtivos e indicadores quanto à produtividade, renda, distribuição de tarefas, assiduidade, capacidade e nivelamento da produção. Foram realizadas observações diretas, medição de tempos e apontamento de produção sempre com a participação dos cooperados.

#### **b) Fase principal (planejamento)**

Conforme resumido por Thiollent (1997), a Fase Principal ou Planejamento é composta por um conjunto de entrevistas individuais e coletivas ou questionários aplicados a pessoas-chaves da organização, que irão expor suas reclamações, constatações e sugestões a respeito do assunto em

pauta. Todas estas informações coletadas entre os entrevistados servirão como base para o posterior debate em seminário ou reuniões.

No caso aplicado deste estudo, foram entrevistados todos os cooperados em seu posto de trabalho e a gestora da ONG em seu escritório. As entrevistas seguiram questionários semi-estruturados que buscaram coletar informações sobre dificuldades e impressões sobre o processo produtivo e as motivações para continuar na empreitada ou desmotivadores para desistir. Com as informações coletadas na fase exploratória e as entrevistas individuais seguiram-se reuniões de discussão em que os pesquisadores demonstraram através dos fatos do cotidiano observado os diversos desperdícios encontrados e se procedeu ao estabelecimento de ações que foram relacionadas e compromissadas entre o grupo para ser objeto de apoio na implementação na próxima fase.

### **c) Fase de ação**

A Fase de Ação engloba medidas práticas fundamentadas nas etapas anteriores: difusão de resultados, definição de objetivos alcançáveis por meio de ações concretas, apresentação de propostas a serem negociadas entre as partes interessadas e implementação de ações-piloto que posteriormente, após avaliação, poderão ser assumidas pelos atores sem a atuação dos pesquisadores (THIOLLENT, 1997).

No caso aplicado deste estudo, a atividade da Fase de Ação correspondeu à construção de uma agenda de ações para reduzir os desperdícios encontrados. Os pesquisadores em visitas semanais explicavam e demonstravam as recomendações, os cooperados executavam e discutiam nas próximas visitas as dificuldades e mudanças que tinham realizado nas recomendações e em outros casos explicavam não ter efetuado o combinado por obstáculos encontrados, procedia-se nova discussão e a interação deu-se em um ciclo intuitivo de PDCA. As melhorias emergiram no processo de pesquisa.

### **d) Fase de avaliação**

Esta etapa final do processo de pesquisa-ação apresenta dois objetivos principais: verificar resultados das ações no contexto organizacional da pesquisa e suas conseqüências a curto e médio prazo, e extrair ensinamentos que serão úteis para continuar a experiência e aplicá-la em estudos futuros.

Nessa fase os indicadores obtidos após as intervenções foram monitorados e comparados e limitações e obstáculos identificados para serem discutidos como base de um novo ciclo de melhoria. Nesse processo a equipe identificou um sério obstáculo constituído pela disposição física, pela arquitetura do local e fez a proposta de direcionar esforços para projetar uma nova planta de

reciclagem. Os passos futuros para este objetivo foram então discutidos em um planejamento para um local e arranjo físico que facilitasse a eliminação dos desperdícios ao invés de prejudicar o fluxo.

#### **4. Coleta e análise dos dados**

A execução do desenho da pesquisa exigiu 2 meses da equipe na coleta de dados e na construção de uma proposta de intervenção utilizando os conceitos *lean* como referência teórica. A cooperativa foi pesquisada no período entre fevereiro de 2010 a março de 2011. Houve um cronograma básico de visitas semanais com alguns intervalos maiores esporadicamente em função de problemas de agenda dos pesquisadores ou da gestora da ONG. De forma geral a premissa básica foi respeitar rigidamente a sequência das fases exploratória, planejamento, ação e avaliação (THIOLLENT, 1997) durante o desenvolvimento da pesquisa.

##### **a) Fase exploratória**

A Cooperativa pesquisada foi formada em 1999 na cidade de Sumaré-SP a partir de um projeto para geração de trabalho e renda, implantado por uma ONG de Campinas, São Paulo. A Cooperativa dedica-se a coletar, separar por tipos, prensar e comercializar materiais recicláveis recebidos como doação de empresas, residências e condomínios da região de Campinas e Sumaré.

O trabalho na Cooperativa envolve intenso esforço físico, pois toda a movimentação dos materiais, inclusive de fardos com mais de 100 Kg, é feita manualmente e também é perigoso, por conta do manuseio de objetos cortantes e potencialmente contaminados. Os frascos, garrafas e inúmeros tipos de embalagens recebidas, frequentemente contêm restos orgânicos que ocasionam sujeira e odor, tornando o ambiente de trabalho ainda mais hostil.

Ainda assim, a Cooperativa oferece oportunidade de emprego e renda a uma mão-de-obra, muitas vezes, marginalizada e que encontra grande dificuldade em ser aceita pelo mercado de trabalho formal, por sua baixa escolaridade e falta de qualificação profissional e problemas pessoais no passado.

Considerando as condições gerais bastante precárias, as necessidades da Cooperativa no início dos trabalhos eram muito básicas. A remuneração era baixa e o ambiente de trabalho era desorganizado e pouco produtivo. Além disso, eram frequentes e desgastantes os problemas de relacionamento, havendo pouco espírito de equipe entre os cooperados.

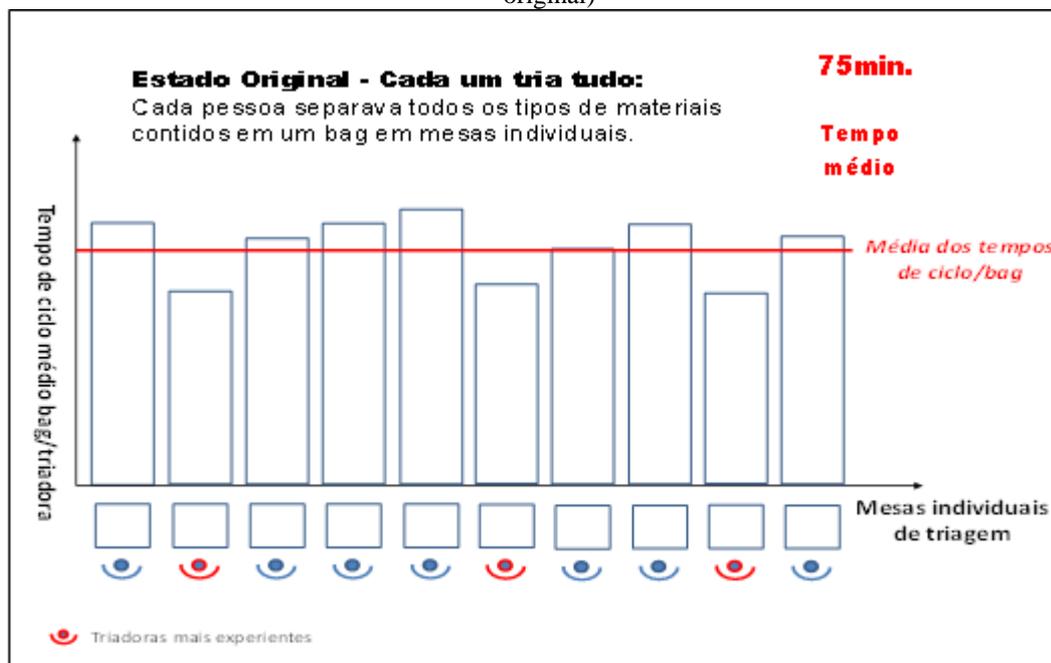
O material era recebido solto no estoque de entrada e posteriormente colocado em bags (unidade de transporte com cerca de 30 Kg do material), seguindo para uma etapa de pesagem e, então, para mesas individuais de separação (triagem), cujo número variava entre 10 e 14, dependendo do número de pessoas que estivessem disponíveis para trabalhar. Cada operadora

recebia um bag e fazia a separação dos 40 possíveis tipos de recicláveis, com tempo de ciclo médio de 75 minutos por bag como ilustrado na Figura 1.

O material separado em sacos plásticos era movimentado para a área de estocagem, de onde era retirado para ser prensado e transformado em fardos que são, então, vendidos aos clientes. O rejeito (lixo orgânico) de cada mesa passava por uma pesagem para compor o cálculo estimado da produção individual em quilogramas, com base na qual era feita a remuneração dos cooperados. Na forma como estava organizada a produção, a produtividade média era de 180 – 220 Kg/operador/dia e a renda quinzenal em torno de R\$140,00 em meados de 2010. O *lead time*, ou seja, o tempo decorrido entre o recebimento do material e a expedição na forma de fardos era de 37 dias, sendo 20 dias no estoque de entrada.

O diagnóstico era de um processo com fluxo descontínuo em suas operações de agregação de valor – a triagem, separação e embalagem dos materiais recicláveis em cada categoria – cujo processamento era realizado em meio a grandes movimentações e estoques de materiais, desperdícios conforme preconiza em sua proposta de mapeamento do fluxo de valor os autores e especialistas do modelo *lean* ( LIKER, 2009; SHOOK e ROTHER, 2004 ).

Figura 1 – tempos de ciclo na triagem dos *bags* com a organização da produção em mesas individuais (estado original)



Fonte: Pesquisa de campo (2010)

## b) Fase de planejamento

Aqui o objetivo do Planejamento foi tornar as atividades mais eficazes e produtivas através da eliminação do excesso de interrupções na criação de valor dos fardos de recicláveis e ao mesmo

tempo adequar as ações à realidade de fraca qualificação dos cooperados. Assim, decidiu-se nesta fase lançar mão de ferramentas básicas do *modelo lean*, vinculadas ao conceito de eliminar desperdícios vistos nas interrupções e tornar o fluxo mais contínuo, ao invés de introduzir técnicas mais avançadas, tais como a programação JIT e uso de cartões *Kanban*. A discussão sobre tais desperdícios deveria ser apoiada em recursos visuais e deveria conduzir às ações que criassem padrão de trabalho e de organização do espaço físico no barracão.

Os pesquisadores utilizaram recursos visuais e exemplos do cotidiano para motivar os cooperados na associação livre dos obstáculos ao processo produtivo com os sete desperdícios do modelo enxuto. O tempo que se perde em filas no dia-a-dia foi associado com as esperas de um grupo de cooperados em compactar um determinado material enquanto a equipe anterior não selecionava a quantidade necessária dos bags. O tempo gasto na procura ou excesso de movimentação dos cooperados para encontrar uma ferramenta ou achar um determinado bag foi associado com o tempo perdido que uma casa sem organização acarreta aos seus moradores para achar um simples utensílio doméstico.

Tais associações livres foram a introdução para que as ferramentas enxutas fossem apresentadas como soluções que todos deveriam entender e praticar para eliminar tais desperdícios operacionais e construir uma nova “Casa”, organizada e focada no que realmente trazia valor aos seus ocupantes. O fato é que cada reunião de análise desencadeava uma ação ou ações que eram experimentadas vivenciadas e rediscutidas nas reuniões semanais em cada visita dos pesquisadores. Portanto as fases de Planejamento e Ação praticamente se constituíram em ciclos contínuos que se retroalimentavam na construção das ações descritas na próxima fase.

### **c) Fase de ação**

Após as duas primeiras reuniões de Planejamento na análise dos desperdícios ao fluxo de criação de valor, foram propostas algumas alterações para reduzir o lead time e aumentar a produtividade. Para reduzir os 20 dias no estoque de entrada, o volume de recebimento foi controlado por cerca de uma semana, enviando o material de coleta a outras cooperativas. Dessa forma foi possível organizar e limpar a área de coleta. A partir daí o material passou a ser descarregado dos caminhões diretamente nos *bags*, facilitando a movimentação até as mesas de triagem. Isso contribuiu para melhoria do fluxo do material e da organização da área. A separação dos materiais, antes individual, passou a ser feita em 3 mesas coletivas, com 4 pessoas em cada (Figura 2), sendo que as operadoras tornaram-se especialistas em determinados tipos de produtos (cerca de 10 por operadora). A solução foi alcançada depois de várias simulações com combinações diferentes entre mesas e número de operadores, com os cooperados sugerindo, opinando e, mais importante, à luz da participação do trabalhador no modelo *lean*, fazendo argumentações usando o

conceito de desperdício de tempo. A divisão do trabalho estabelecida em consenso a partir da observação de seus benefícios em relação às outras alternativas, aumentou a produtividade e possibilitou que as operadoras de triagem menos experientes conseguissem ter boa produção com materiais mais fáceis de serem reconhecidos e manuseados, inicialmente, enquanto as mais experientes – uma por mesa - separassem materiais mais trabalhosos, marcando, assim, o ritmo da triagem.

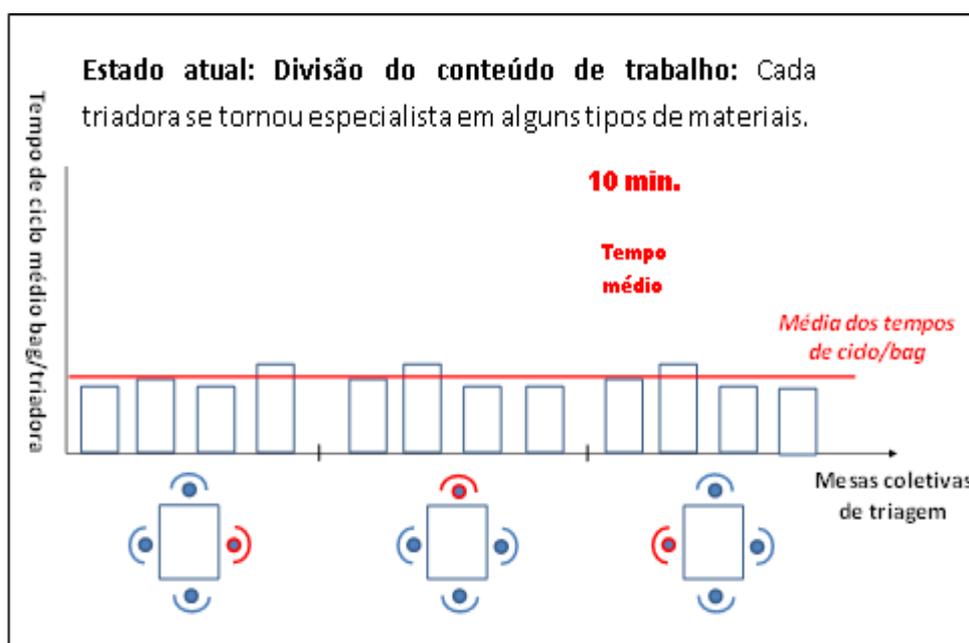
Figura 2 – No estado atual a triagem é feita em grupos nas mesas coletivas



Fonte: Pesquisa de campo (2011)

Com as mesas coletivas, o tempo de ciclo médio baixou de 75 para 10 minutos, aproximadamente (Figura 3).

Figura 3 - Tempos de ciclo dos bags com a organização em mesas coletivas

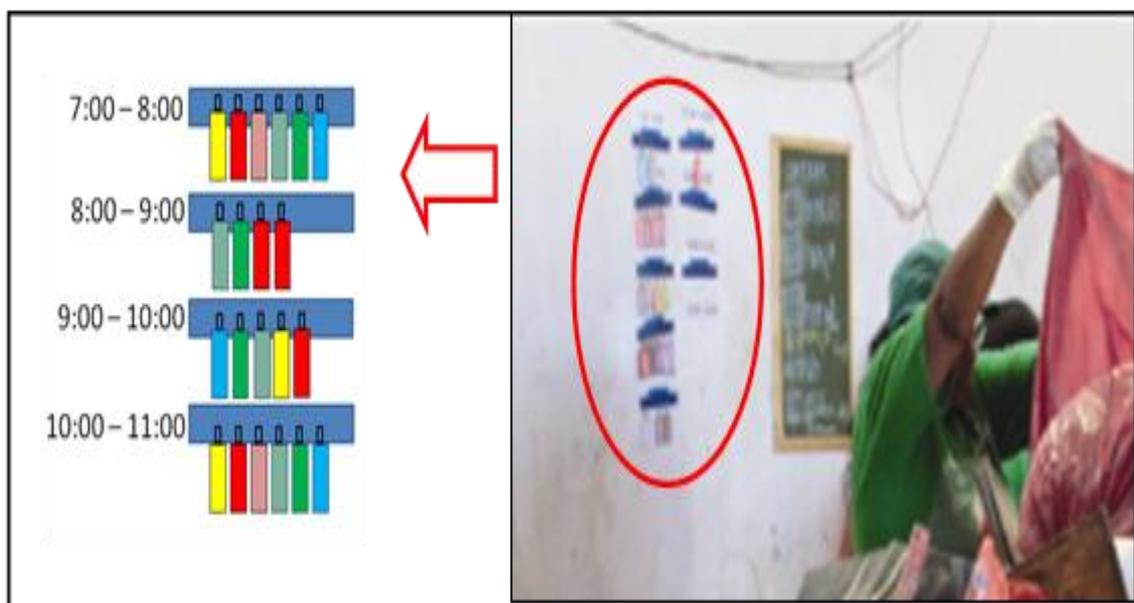


Fonte: Pesquisa de campo (2011)

A produção das mesas de triagem passou a ser relacionada com o número de *bags* triados e apontada em quadros de acompanhamento visual (Figura 4). Ao final da triagem de cada *bag*, um chaveiro é pendurado no suporte demarcado com o intervalo de hora correspondente ao horário da produção aplicando-se a ferramenta de gestão visual *Heijunka* adaptada ao caso. Dessa forma, as informações sobre o *status* da produção podem ser verificadas hora a hora. O mesmo ocorre com os fardos que saem das prensas. O *lead time* caiu de 37 para 19 dias, sendo 15 dias de fardos, 2 dias de material triado e 2 dias de estoque de entrada, em média. Houve também uma diluição dos impactos das variações de conteúdo dos *bags* e da qualificação da mão-de-obra entre os membros da equipe, tornando a produção mais uniforme e constante. Em agosto de 2010, as mesas foram agrupadas para formar uma única mesa coletiva, o que foi possível pela qualificação mais homogênea entre as operadoras.

A remuneração deixou de ser vinculada à produção individual em quilogramas. Na situação atual, após serem cobertos os custos fixos, o restante do dinheiro obtido com a venda dos materiais é dividido entre os cooperados de maneira proporcional ao número de horas trabalhadas por cada um, sendo o valor da hora de trabalho igual para todos. Com o fim do cálculo da produção individual, as pesagens dos *bags* antes da triagem e do rejeito de cada mesa tornaram - se desnecessárias e foram eliminadas.

Figura 4 – Quadro de acompanhamento da produção (Heijunka)



Fonte: Pesquisa de campo (2011)

No que se refere à necessidade de sensibilizar para a importância da organização e limpeza no ambiente de trabalho, os cooperados receberam um treinamento básico sobre os cinco sentidos (5s). Para dar suporte à implementação dos conceitos apresentados no treinamento e contribuir com

a organização das áreas, foi desenvolvida uma sistemática de avaliações semanais, nas quais são auditados os padrões de organização com base em fotos de referência.

<b>Indicadores</b>	<b>Estado original Fev/ 2010</b>	<b>Estado atual após intervenção Mar/ 2011</b>
<b>Produtividade (Kg/operador/dia)</b>	180 - 220	280 - 320
<b>Renda quinzenal média</b>	R\$ 140,00	R\$ 320,00
<b>Tempo de ciclo dos <i>bags</i></b>	75	10
<b><i>Lead time</i> (dias)</b>	37	09

#### **d) Fase de avaliação**

As alterações do *layout* da triagem proporcionaram um ganho de produtividade na ordem de 68%, passando de 180 - 220 Kg/operadora/dia para 280 - 320 Kg/operadora/dia, já na primeira quinzena após a implementação ( outubro 2010).

O tempo médio de ciclo dos *bags* foi reduzido de 75 minutos para 10 minutos e o *lead time* de 37 para 19 dias. A renda quinzenal dos cooperados, por sua vez, teve um aumento de 130%, passando de R\$140 para R\$320, em média( março de 2011). Os dados estão na Tabela 1.

Em paralelo com a melhoria física do ambiente de trabalho, ocorreu um avanço positivo no comprometimento dos cooperados com a produtividade, bem como no que diz respeito ao relacionamento entre eles. A criação das mesas coletivas, neste contexto, contribuiu para o fortalecimento natural do espírito de equipe.

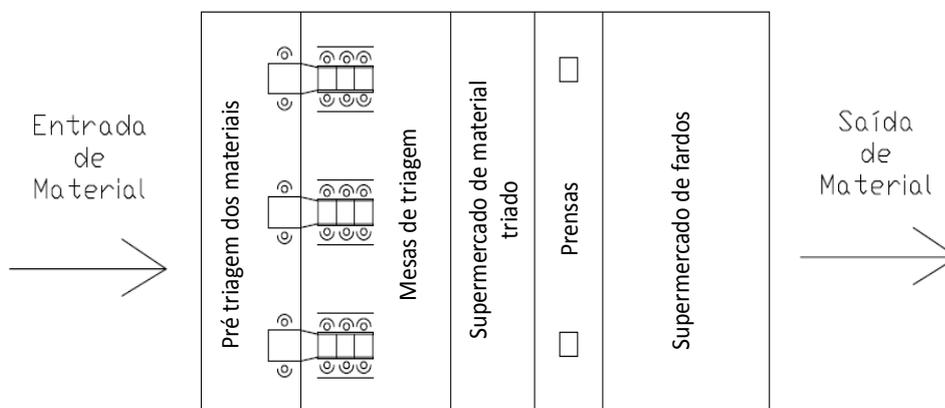
Entretanto as limitações físicas do lugar deixaram claro aos cooperados que avançar mais nas melhorias exigia uma remodelação mais radical dos processos produtivos, porém já pensados e projetados com aquilo que havia sido aprendido até o momento.

Através da ONG, a Cooperativa recebeu do Banco Nacional para o Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), um financiamento para a construção de um barracão próprio e compra de máquinas e equipamentos. O *layout* do novo barracão e os processos de produção do estado futuro da Cooperativa foi elaborado com o auxílio da ferramenta lean 3P (Preparação do Processo de Produção), com a qual são atribuídos pontos para classificar as alternativas possíveis de acordo com análise multicritério envolvendo produtividade, redução de movimentação, facilidade de fluxo, simplicidade, investimento mínimo, segurança e ergonomia, objetivando um estado futuro em que sejam priorizados o fluxo contínuo e a agregação de valor nos processos de triagem, prensagem e movimentação de materiais. A análise feita através do 3P com as pontuações das

propostas contou com a participação os pesquisadores e da gestora da ONG apoiadora, sem os cooperados, em função da maior complexidade analítica da ferramenta. Mesmo na Toyota, origem da ferramenta, não é um instrumento comum no chão-de-fábrica. Foram identificadas três alternativas mais bem classificadas que foram simuladas quanto à movimentação com os cooperados no terreno atual e desta interação emergiu o conceito de *layout* do novo “*barracão lean*”, assim nomeado pelos cooperados, apresentado na Fig.5, onde as etapas produtivas estão arranjadas de forma a reduzir a necessidade de movimentação dos materiais e facilitando o fluxo.

Com as novas instalações e o pessoal bem treinado, estima-se uma produtividade 40% maior da triagem no estado futuro e 65% maior no processo de prensagem dos materiais, aumentando consideravelmente a renda dos cooperados.

Figura 5 – Novo *layout* proposto com o conceito de fluxo contínuo



Fonte: pesquisa de campo (2011)

## 5. Conclusão

A implementação de conceitos *lean* na Cooperativa ajudou a conscientizar os cooperados sobre a existência de problemas e da importância de reconhecê-los como oportunidades de melhorar continuamente. Como em qualquer mudança organizacional, aqui também a mudança de cultura e hábitos tem sido um dos maiores desafios. Mesmo assim, é possível notar que a percepção dos cooperados sobre como enxergar e resolver os problemas tornou-se mais clara e autônoma. O modelo *lean* exige esta compreensão do pessoal operacional e sua abordagem mostrou-se educacional no nível mais básico dos conceitos.

De fato, antes do início dos trabalhos da pesquisa-ação, a expectativa era de implantar com os cooperados as técnicas de produção enxuta preconizadas nos manuais, tais como células, *set-up* rápido, trabalho padronizado e, se possível, a puxada de material, entretanto, na medida que

os cooperados demonstravam a realidade de escassez de recursos para melhorias de equipamentos, a instabilidade no recebimento de materiais doados à Cooperativa, a natureza rude dos materiais triados e a falta de conhecimento básico sobre a natureza e manifestação das perdas operacionais, os pesquisadores elegeram como principal foco o conceito de eliminar desperdícios e construir um fluxo de agregação mais próximo possível do contínuo. A ideia das mesas para grupos de operadoras na triagem surgiu desse conceito e da interação pesquisadores-cooperados. Não é uma célula de manufatura, nem tampouco uma linha de produção vista em manuais de manufatura, emergiu das discussões adaptada ao trabalho de triagem de forma a lhe conferir uma proximidade com a ideia do contínuo, de não haver interrupção na passagem do trabalho ou na movimentação de bags entre mesas. Foi uma aprendizagem mútua. Uma inclusão dos cooperados no universo lean para melhoria da produtividade e uma inclusão dos pesquisadores na realidade e universo das peculiaridades de fazer uma seleção de recicláveis.

A partir daí os problemas para a consecução deste objetivo e de sua conexão com os processos de prensagem e embalagem levaram à aproximação dos espaços e o abandono da prática de acumular material em lotes para depois trabalhar. Com isso eliminou-se estoques excessivos de bags e a forma de trabalho passou a ser de produção puxada na medida em que o material chegava, era triado e direcionado sem espera ou acúmulo para as etapas de prensagem e embalagem. Para tanto, nas reuniões e visitas semanais os cooperados eram orientados a realizar reuniões e ações conjuntas para eliminar obstáculos, adaptar as mesas de triagem, criar pequenos dispositivos de madeira, em um processo de experimentação pelo qual buscaram resolver os problemas da interrupção do trabalho. Manifestou-se o processo de melhoria contínua com a participação ativa dos executores, o denominado *kaizen*, preconizado pela literatura e relatos de experiências do modelo *lean*. Os cooperados passaram a interagir e colaborar mais frequentemente entre si aprendendo que a cooperação no trabalho naquele modelo de produção era essencial para obter resultados. Diminuíram os conflitos, permanecendo aqueles no tocante à quebra da disciplina com normas de 5S que tinham sido implantadas de localização de objetos em lugares específicos, limpeza e ordem do lugar.

A pesquisa-ação revelou que o modelo *lean* se manifestou no contexto simples e rude da Cooperativa como um modelo de resolver problemas a partir do conhecimento operacional dos cooperados, visando estabilizar o fluxo produtivo, ao invés do uso em especial de alguma ferramenta específica dos manuais de *lean-production*. Os cooperados responderam com participação entendendo os conceitos como uma forma diferente de organizar o trabalho para aumentar o rendimento das tarefas.

Um segundo passo, no projeto de ampliação com empréstimo do BNDES para investimento em prédio e equipamentos, possibilitará de forma similar à uma empresa, pensar na

cadeia produtiva e inserir sistemas puxados JIT/Kanban, supermercados de fardos reciclados e buscar entregas mais estáveis. Acredita-se que os cooperados estariam com conceitos básicos entendidos para, nesta segunda fase, aplicarem as ferramentas *lean* de dinâmica mais complexa, porém tal afirmação é uma especulação.

Portanto, a principal conclusão é que a aplicação do modelo *lean* mostrou-se viável neste ambiente de recursos escassos e de inclusão social, a partir da aprendizagem no trabalho, através de experimentações, do conceito básico de construir fluxo contínuo sem interrupções, isto é, eliminando desperdícios, sem objetivar uma ferramenta *lean* específica, mas encontrando soluções de fluxo adaptadas aos obstáculos físicos e monetários em um ambiente de reduzido capital. Por outro lado, a pesquisa-ação seguiu esta direção influenciada pelo ambiente de escassez de recursos, fazendo lembrar as origens do modelo *lean* em uma Toyota com baixa capacidade de investimento e reduzido capital de giro após a Segunda Grande Guerra. A pesquisa, em segundo plano, também serve de alerta às empresas que dispendo de recursos acabam focando mais as ferramentas do que exatamente o conceito básico de fluxo contínuo de agregação de valor sem desperdícios. Assim, dentro das limitações do estudo qualitativo de caso único investigado, houve resposta positiva ao problema proposto de ser possível a aplicação do modelo de produção *lean* em um contexto de inclusão social, trazendo resultados expressivos em aumento de produtividade e renda, além de ganhos em organização do espaço físico. As dificuldades de implementação, por sua vez, ficam concentradas na necessidade de haver disciplina e determinação para colocar em prática as ações desenhadas como sendo importantes para melhoria das condições existentes. Sem este senso de manutenção das ferramentas e soluções apresentadas, o retrocesso às condições originais é um risco constante.

### **Abstract**

This study aimed to investigate the potential of application of the Lean Manufacturing concepts in the socio-economic context of a Recycling Cooperative from Sumaré-SP. The methodology used was action research, with the intent to involve the cooperative members in gathering and analysis of improvement opportunities, from the perspective of lean thinking. As a result of the intervention conducted between February 2010 and March 2011, there was considerable improvement in general conditions, observing a 68% increase of the productivity, an increase of 130% of the cooperative members income, reducing the material lead time from 37 to 9 days, gain of 20m<sup>2</sup> area, as well as an increased level of awareness of cooperative members about the importance of rethinking the practices and reduce wastes in order to continuously improve working conditions in the cooperative. The results demonstrate the possibility to adapt and apply the Lean Manufacturing concepts to bring benefits to a productive activity in the context of social inclusion. Instead of applying a specific tool, traditionally applied in companies, such as JIT, Kanban or cell manufacturing, the focus was learning by doing to eliminate wastes in work (Kaizen).

**Key-words:** lean manufacturing; social inclusion; lean production; lean manufacturing.

## Referências

ALENC A. B.; Richards, D. **The Greening of Industrial Ecosystems**. Washington, DC: National Academy of Engineering, National Academy Press, 1994.

ALLENBY, B.; W. COOPER. **Total Quality Environmental Management**. New York: Spring, 1994.

BOWEN, F.E., COUSINS, P. D., LAMMING, R.C., FARUK, A.C. **The role of supply management capabilities in green supply**. **Production and Operations Management**, v.10, n.2, p. 174-189, 2001.

EDEN, C. e HUXHAM, C. **Pesquisa-ação no estudo das organizações**. In: Clegg, S. R.; Hardy, C.; Nord, W. R. **Handbook de Estudos Organizacionais**. São Paulo: Atlas, 2001.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford, UK: Capstone Publishing, 1997.

GINO, F.; PISANO, G. **Toward a Theory of Behavioral Operations**. Working Paper 07-096. Harvard Business School, July 2007.

GORDON, P. J. **Lean and Green – profit for your workplace and the environment**. San Francisco: BK-Publisher, 2001.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L.H. **Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Evolution**. New York: Little, Brown, 1999.

KING, A.A., LENOS, M.J. Lean and Green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance. **Production and Operations Management**, v.12, n.3, p. 386-403, 2001.

KLEINDORFER, P.R., SINGHAL, K., WASSENHOVE, L.N. Van. Sustainable Operations Management In: **Production Operations Management**, v. 14, n.4, p. 482-492, 2005.



LENHI, M. Measuring Corporate Eco-efficiency: A Guide for Companies to Measure their Economic and Environmental Excellenc. **Corporate Environmental Strategy**, Denver-CO, v.7, n.3, p. 256-66, 2000.

LIKER, J. K. **The Toyota Way**. New York: McGraw Hill, 2009.

LINDGREN, R.; HENFRIDSSON, O.; SCHULTZE, U. Design Principles for Competence Management Systems: a Synthesis of an Action Research Study. **MIS Quarterly**, v.28, n.3, September 2004.

GODOI, C. K.; BANDEIRA DE MELO, R.; SILVA, A. B. **Pesquisa Qualitativa nas Organizações - Paradigmas Estratégicos e Métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MCDONOUGH, W. e BRAUNGART, M. **The Next Industrial Revolution**. In: The Atlantic Magazine. October 1998. Disponível em [www.theatlantic.com/doc/199810/environment](http://www.theatlantic.com/doc/199810/environment). Acesso em 01 de outubro de 2011.

OHNO, T. **The Toyota Production System**. New York: Productivity Press, 1988.

RICHARDS, D. **Harnessing Ingenuity for Sustainable Outcomes**. In: National Academy of Engineering, The Bridge, 1999. Disponível em [www.nae.edu/nae/bridgecom.nsf/weblinks/NAEW-4NHMK4?OpenDocument](http://www.nae.edu/nae/bridgecom.nsf/weblinks/NAEW-4NHMK4?OpenDocument). Acesso em 15 de outubro de 2011.

ROTHENBERG, S., Pil, F.K.Maxwell, J. Lean, green, and the quest for superior performance. **Production and Operations Management**, v. 10, n.3, p.228-243, 2001.



SCHMIDHEINY, S.; BCSD (Business Council for Sustainable Development). **Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1991.

SCHMIDT-BLEEK, F. **Revolution in Resource Productivity for a Sustainable Economy: A New Research Agenda**. In: Fresenius Environmental Bulletin, Germany, p. 245-490, February 1994.

SCHOOK, J.; ROTHER, M. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

SOCOLOW, R.; ANDREW, C.; BERKHOUT, F.; THOMAS, V. **Industrial Ecology and Global Change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994.



SPEAR, S.; BOWEN, H.K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**. Harvard Business Review, 1999.

STRINGER, E. T. **Action Research: a Handbook for Practitioners**. Oxford: Sage, 1996.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

VON WEIZSÄCKER, L. A.; LOVINS, L.H. **Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resources**. London: Earthscan Publications, 1997.

WBCSD -World Business Council for Sustainable Development. **Building a Better Future: Innovation, Technology and Sustainable Development**. Paris: WBCSD, 2000.

WILLS, B. **Green Intentions – Creating a Green Value Stream to Compete and Win**. New York: Productivity Press, 2009

WOMACK, J.; JONES, D. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

#### **Dados dos autores:**

Nome completo: **Alvair Silveira Torres Junior**

Filiação Institucional: Faculdade de Economia, Administração e C. Contábeis da Universidade de São Paulo. USP

Departamento:

Função ou cargo ocupado: Professor Doutor

Endereço completo: Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 – São Paulo – SP

Telefone: 011 99932-2958

*e-mail:* [alvair@usp.br](mailto:alvair@usp.br)

Nome completo: **Bruno Battaglia**

Filiação Institucional: Lean Institute Brasil.

Departamento:

Função ou cargo ocupado: Consultor

Endereço completo: Rua Braz Cubas, 187 – São Paulo – SP

Telefone: 011 5571-0804

*e-mail:* [bruno@lean.org.br](mailto:bruno@lean.org.br)

***Enviado em: 29/08/2012***

***Aprovado em: 02/08/2013***