



MENTALIDADE ENXUTA: APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA RECUPERADORA DE TERMOPLÁSTICO

Nathalia Mina Pinto

nathalia.mina@hotmail.com
Faculdade Capivari – FUCAP,
Capivari de Baixo, Santa Catarina,
Brasil.

Franck Alegre Luiz

franck_alegre@hotmail.com
Faculdade Capivari – FUCAP,
Capivari de Baixo, Santa Catarina,
Brasil.

Fernanda Kempner-Moreira

kempnereletrica@hotmail.com
Faculdade Capivari – FUCAP,
Capivari de Baixo, Santa Catarina,
Brasil.

RESUMO

O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta considerada como ponto inicial para a manufatura enxuta, sendo responsável pela identificação dos variados tipos de desperdícios existentes em uma organização e tornando visíveis as operações que agregam valor ao produto, fornecendo a possibilidade de melhorias contínuas. Este artigo tem como objetivo analisar o processo de fabricação do polipropileno em uma indústria recuperadora de termoplásticos localizada no sul de Santa Catarina por meio do MFV, identificando as contribuições específicas geradas pela ferramenta, que evidenciam os diferentes tipos de desperdícios e melhoram o entendimento do processo por inteiro. O artigo se utilizou do método estudo de caso, fundamentado através de pesquisas bibliográficas. Os resultados demonstraram que o MFV indicou algumas mudanças e, com um investimento relativamente baixo em um novo equipamento, permitirá a redução do *lead time* de cada tonelada produzida, redução do tempo de ciclo em dois setores, diminuição dos tempos ociosos dos operadores, redução de estoques intermediários, redução na movimentação por meio de empilhadeiras e aumento do índice OEE, trazendo grandes vantagens no processo produtivo.

Palavras-chave: Mentalidade enxuta; Mapeamento de fluxo de valor; Desperdícios.



1. INTRODUÇÃO

Em um mundo extremamente competitivo e globalizado, encontrar meios para obter maior destaque e sustentabilidade é algo que constantemente ocupa a atenção das organizações. Com tamanha concorrência, o desperdício advindo de todas as etapas do processo produtivo tem impacto significativo no custo de produção e, com isso, sua análise tem grande impacto para futuras tomadas de decisões.

As empresas contam com processos que acontecem em cadeia, portanto toda e qualquer falha acarretará possíveis perdas iniciais ou futuras. O *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) tem contribuído na visualização destas falhas com sua filosofia, pois se trata de um corpo de conhecimento cuja essência é a capacidade de eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira sistemática, enquadrando-se, assim, nas necessidades de várias empresas, independentemente da estrutura organizacional ou segmento de mercado (Lean Institute Brasil, 2018).

A base do conceito de pensamento enxuto é a eliminação dos variados tipos de desperdícios existentes em uma organização. Para Ohno (1988), o termo desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, ou seja, atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção.

A mentalidade enxuta traz consigo o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) que, segundo Lee (2006), é uma ferramenta que faculta uma visão abrangente de todo o sistema, evidenciando a interação existente entre os processos, o que permite identificar toda a fonte ou causa de desperdício existente com uma ferramenta simples, em que todas as etapas envolvidas são descritas visualmente.

Com a elaboração do MFV, cria-se um mapa, descrevendo cada etapa do processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Esse mapa consiste em um desenho do estado atual, um desenho do estado futuro e um plano de implementação (Krajewski et al., 2009).

A utilização do MFV tornou-se uma forma eficiente de identificação dos desperdícios no processo, pois permite um estudo detalhado das ações que agregam valor e possibilita modificações nas que não agregam, trazendo resultados positivos em produtividade e eficiência (Rother; Shook, 2003). Estoque, retrabalho, transporte, espera e má qualidade dos produtos são alguns dos desperdícios considerados na mentalidade enxuta, e a exploração de cada tipo traz a possibilidade de melhorias não apenas no setor produtivo, mas em toda organização. Sendo assim, questiona-se: quais desperdícios são evidenciados através do MFV em um processo de recuperação de polipropileno?

Para responder a esta questão, estabeleceu-se como objetivo geral deste artigo: analisar o processo de fabricação de uma indústria recuperadora de termoplásticos localizada no sul de Santa Catarina por meio do MFV. Para alcançar esse objetivo, apresentam-se como objetivos específicos: (a) mapear o processo produtivo por meio do MFV; (b) identificar os desperdícios do processo; (c) propor ações para a redução dos desperdícios encontrados.

Esta pesquisa justifica-se pelas contribuições específicas geradas pela ferramenta MFV, que evidenciam os diferentes tipos de desperdícios, melhoram o entendimento do processo por inteiro e proporcionam possibilidade de melhorias. Acrescenta-se a isso a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, ampliando-os e agregando valor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Manufatura enxuta

O Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema de produção desenvolvido pela *Toyota Motors Corporation*, tendo como objetivo obter uma melhoria do processo de manufatura diante das dificuldades que o Japão enfrentava no pós-guerra (Lima; Campos, 2014).

O STP deu origem à manufatura enxuta (ME), que foi definida por James P. Womack e Daniel T. Jones (1990) em seu livro "A máquina que Mudou o Mundo" (Brief Consultoria, 2014), no qual foram demonstrados os resultados de desempenho obtidos através do STP.

Chase et al. (2006) abordam que o Sistema Toyota de Produção tem a finalidade de melhorar a qualidade e a produtividade e está baseado em uma cultura de eliminação das perdas e o respeito pelas pessoas e, para que isto aconteça, Ballesterro-Alvarez (2012) descreve que devem ser identificadas as características das unidades necessárias, de acordo com os requisitos do cliente, para depois eliminar da linha de produção aquilo que não agrega valor ao produto, mas que consome recursos e prejudica o seu resultado final.

A ME possui cinco princípios básicos que permitem às organizações maior flexibilidade e capacidade de atender às necessidades do cliente (Womack; Jones, 1996 citado por Guimaraes, 2014):

- Especificar o valor: definir o que gera valor sob a perspectiva do cliente;
- Desenhar o fluxo de valor do início ao fim: identificar todas as ações necessárias e eliminar desperdícios no processo produtivo;



- Criar o fluxo contínuo: criar fluxo sem interrupções ou esperas;
- Utilizar a lógica de produção puxada: produzir de acordo com a demanda;
- Buscar a perfeição: aplicar a melhoria contínua em produtos e processos.
- Estoque: consiste no estoque em excesso de matéria-prima, produto em processamento e produto acabado. Isso acarreta maiores custos, ocupação de maiores áreas, tempo de manutenção de inventário e obsolescência;
- Processamento: desperdício ligado à falta de eficiência da produção, com a realização de atividades que não agregam valor ao produto;

De acordo com Dennis (2011), para alcançar os ideais propostos pela filosofia do ME, deve-se combater continuamente o desperdício, a sobrecarga e a irregularidade. Para implantar a ME, é necessário entender a estrutura e o escopo dos sistemas de produção, definindo quais práticas devem ser adotadas. Enxergar o fluxo de informações e materiais através de toda a empresa e ter uma visão ampla, não apenas de processos individuais, são essenciais para a identificação e a eliminação dos desperdícios.

Os desperdícios na manufatura enxuta

Os princípios básicos da filosofia da ME consistem na preocupação com os desperdícios, que geram custos e não agregam valor ao produto com ênfase no melhoramento contínuo e garantia da qualidade na fonte, redução dos *setups*, melhor organização e *layout* do local de trabalho, redução do nível de estoques, respeito pelas pessoas, produção puxada, trabalhadores multifuncionais, padronização e simplificação de operações, desenvolvimento de parcerias com fornecedores e manutenção preventiva (Ghinato, 1995; Moreira, 2014; Lustosa et al, 2008).

Sabendo que “desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor” (Slack et al., 2009), pode-se afirmar que eliminar os desperdícios ou as perdas de produção significa eliminar as atividades que não agregam valor ao produto; sendo assim, desperdício pode ser caracterizado como qualquer quantidade maior que a mínima necessária de mão de obra, matéria-prima, equipamentos, componentes ou quaisquer recursos essenciais à produção (Moura et al., 2012; Shingo, 1996).

Segundo Slack et al. (2002), “identificar os desperdícios é o primeiro passo para eliminá-los”. Portanto, para que aconteça a eliminação consistente dos desperdícios que o ME propõe, é necessária uma análise em todas as atividades realizadas na fábrica, descartando ou reduzindo todas aquelas que não agregam valor à produção (Corrêa; Corrêa, 2010).

Para Ohno (1988), existem sete tipos de desperdícios que necessitam de análise por meio da ME em uma organização. Estes desperdícios se referem não somente à linha de produção, mas ao aumento de volume de produtos, ao sequenciamento de pedidos e às atividades administrativas (Liker, 2005).

- Defeitos: consistem no processamento de produtos defeituosos e desperdício de materiais utilizados, além das operações de retrabalho. As principais causas são: mão de obra não qualificada para a atividade, falta de padronização e controle do processo, fornecedores desqualificados e comunicação falha entre empresa e cliente;
- Movimentação: engloba os movimentos desnecessários realizados pelo trabalhador durante a execução de sua atividade laboral, como procurar, andar, flexionar, elevar e abaixar. A redução desse desperdício se dá por meio da simplificação do trabalho, alterações no *layout*, organização do ambiente e padronização das atividades;
- Superprodução: significa antecipar-se à demanda, produzindo mais que o necessário para o próximo processo de produção;
- Espera: ociosidade de pessoas e equipamentos. Os recursos são obrigados a esperar desnecessariamente, aguardando pela disponibilidade de outros. Ocorre também quando os trabalhadores estão ocupados produzindo estoque em processo que não é necessário de imediato;
- Transporte: consiste no movimento desnecessário de matéria-prima, ferramentas e equipamentos na empresa. É possível eliminá-lo por meio de alterações no arranjo físico e organização do ambiente de trabalho.

Para alcançar a eliminação ou diminuição destes desperdícios, a ME possui algumas ferramentas e técnicas, dentre as quais Liker (2005) apresenta o MFV como sendo uma ótima ferramenta para se iniciar a ME.

Mapeamento de fluxo de valor

O fluxo de valor compreende tudo o que é realizado desde a matéria-prima obtida até a entrega do produto ao cliente final. Na análise do fluxo de valor de uma organização, é importante a identificação e separação dos processos que



de fato resultam em valor para o cliente daqueles que não fornecem valor. Deste modo, devem ser maximizados os processos que geram valor, enquanto os demais devem ser minimizados; porém, aqueles que não geram valor e ainda são desnecessários devem ser eliminados (Albertin; Pontes, 2016; Lage Jr., 2016).

Marodin e Saurin (2013) identificaram o MFV como uma das técnicas mais utilizadas para a implementação da ME, apresentando o aumento de produtividade e a redução do *lead time* como resultados típicos. Para Jasti e Sharma (2014), o MFV é uma importante técnica que auxilia os gerentes a entender as condições atuais de operação e a identificar as oportunidades para que seja possível melhorar o desempenho.

O mapeamento do fluxo de valor tem inicialmente a função de identificar o tempo de processo em cada célula produtiva, o espaço percorrido, as dificuldades de fabricação e os desperdícios de tempo e material. Cabe observar que a análise destes aspectos deve ser feita da forma mais fiel possível com a realidade, para que seja apresentada a verdadeira situação (Rother; Shook, 2003).

Para a execução do Mapeamento do Fluxo de Valor, sugere-se escolher um único produto e seguir o fluxo da produção desde o fornecedor da matéria-prima até o consumidor, representando cuidadosamente o mapa do estado atual de seus fluxos de materiais e de informação (Erlach, 2013). Logo após, desenha-se o mapa do estado futuro, visando contemplar as oportunidades de melhoria e representar como os materiais e as informações deveriam fluir (Elias et al., 2011). O mapeamento do fluxo de valor gera um mapa do processo de fabricação e, para isso, gera algumas métricas como: tempos de ciclo, *lead time*, tempos de *setup*, estoques, bem como o fluxo de produção e de informações ao longo do processo (Sparks, 2014).

Keyte e Locher (2004) afirmam que as métricas em um fluxo de valor são utilizadas com o objetivo de auxiliar na visualização dos processos e seus desperdícios. Elas são úteis em diversos casos, mas não representam todas as situações. Em alguns casos, para melhor definir o processo da empresa, é necessária a elaboração de indicadores específicos.

Sharma et al. (2006) sugerem como indicador específico o OEE - *Overall Equipment Effectiveness*, sendo uma poderosa ferramenta para medir e analisar a performance dos equipamentos em um processo produtivo, através de uma análise detalhada da sua eficiência. O índice se torna possível através da multiplicação de três fatores: disponibilidade x performance x qualidade, em que:

- Disponibilidade – tempo produzido/tempo programado;

- Performance – produção real/produção teórica;
- Qualidade – quantidade de produtos sem defeitos/quantidade produzida.

O MFV permite, além da eliminação de desperdícios e a otimização dos fluxos do processo de manufatura, uma série de outros benefícios que facilitam um real controle do processo produtivo na empresa. Estas vantagens são: (1) Processos mais eficientes; (2) Redução dos tempos envolvidos nos processos; (3) Profissionais mais satisfeitos; (4) Elevação da qualidade; (5) Produtos/serviços mais adequados às necessidades dos consumidores; (6) Sistemas mais confiáveis e (7) Redução de Custos (Shiver; Etiel, 2010; Aherne; Whelton, 2010). Por fim, Costa e Jungles (2006) afirma que o objetivo de mapear o estado atual é identificar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro” que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo.

De acordo com o que se depreende das abordagens de Biagio (2015) e Lage Jr. (2016), os desenhos para o Mapeamento do Fluxo de Valor podem ser feitos tanto computacionalmente quanto manualmente, seguindo simbologia própria com itens que representam processos, fontes externas, caixas de informações, estoques, entregas, movimentações empurradas ou puxadas, operadores, entre outros fatores presentes em um fluxo de produção. Portanto, o MFV mostra-se como de fácil entendimento e aplicação diante da simplicidade em torno da sua metodologia, comprovando-se que se trata de uma importante ferramenta para melhoria de processos com a implementação da ME.

3. MÉTODOS

Na preparação deste artigo, foi utilizada inicialmente a pesquisa bibliográfica, cujos objetivos mais comuns são compreender e discutir a revisão da literatura sobre o tema de pesquisa (Tachizawa e Mendes, 2006), adquirindo embasamento teórico sobre o assunto.

No que se refere ao método de pesquisa, por se tratar de uma intensa investigação sobre o processo em seu contexto atual, foi adotado o estudo de caso, possibilitando o aumento do entendimento sobre os eventos reais contemporâneos (Miguel, 2007), reunindo informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno (Patton, 2002).

A coleta de dados foi realizada por meio de múltiplas fontes de pesquisa em ambiente natural (Creswell, 2010). Durante o mês de setembro de 2018, foram efetuadas visitas diárias *in loco*, a fim de conhecer e analisar o processo atual por meio de observação direta. Foram realizadas quatro entrevistas informais com funcionários, tendo como



objetivo levantar os principais fatores críticos do processo e a utilização de arquivos e relatórios relacionados à produção, permitindo a análise de diferentes dados (Gibbs; Costa, 2009), possibilitando a estruturação das seguintes métricas utilizadas no MFV: tempo de ciclo, tempo de troca, tempo de processamento, *lead time* e OEE.

A análise de dados segue uma estrutura de identificação de desperdícios. Segundo Slack et al. (2008), um desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor ao produto.

Os procedimentos adotados para implementação do MFV seguiram etapas sugeridas por Rother e Shook (2003), iniciando com a seleção de uma família de produto, construção do mapa em estado atual e construção do mapa em estado futuro.

Caracterização da empresa

A presente pesquisa foi realizada em uma indústria no segmento de recuperação e reciclagem de termoplásticos localizada na cidade de São Ludgero/SC, fundada em 2005, que traz a solução ambiental correta para vários tipos de plásticos, reaproveitando aparas industriais que, após o processo de manufatura, são transformadas em matéria-prima (granulada) para fabricação de outros produtos, como: baldes, sacolas e telhas.

A empresa *Alfa* (nome fictício) atualmente conta com uma capacidade de produção de 950 toneladas/mês, divididas em basicamente três produtos acabados: polipropileno recuperado, polietileno de baixa densidade recuperado e reciclagem de materiais diversos para fabricação de telhas ecológicas, possuindo seus principais clientes nas regiões Sul e Sudeste.

A organização funciona todos os dias, em um sistema de produção contínuo e ininterrupto, dividido em três turnos, gerando oitenta e cinco empregos diretos e vários outros indiretos, como mecânicos, caminhoneiros, eletricitas e outros profissionais terceirizados, bem como empresas de reciclagem menores que auxiliam na fabricação do subproduto aglutinado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as visitas realizadas, foram observados pontos que interferem em uma melhor eficiência no processo, considerados na ME como desperdícios, tais como: estoque intermediário entre processos, tendo como consequência um elevado índice de *lead time* para cada tonelada produzida, movimentação excessiva de empilhadeiras transportan-

do produtos, custo elevado com a terceirização e falta de matéria-prima entre processos, fazendo com que o processo tenha um tempo ocioso não planejado.

Para minimizar e até eliminar esses desperdícios, foi efetuado o Mapeamento de Fluxo de Valor, descrevendo todo o processo de recuperação do Polipropileno (PP), desde a entrada de aparas até a saída dos grãos, que são armazenados em *big bags* com capacidade de uma tonelada. Devido ao grande volume de produção, optou-se pela utilização da unidade métrica em toneladas e foi acrescentado, na caixa de dados do mapeamento de produção, o índice OEE, que permite avaliar a eficiência do processo.

As atividades pertencentes ao processo de recuperação do PP seguem as etapas descritas na figura 1:

O processo inicia com a compra de aparas industriais, que são negociadas em diversas empresas de âmbito nacional, havendo uma variação constante no preço e na qualidade do material.

As aparas chegam por caminhões fretados de segunda a sexta em horário comercial; após chegar à empresa, o caminhão é direcionado para primeira etapa no setor de pesagem, onde é verificado o peso total, a qualidade do material, a quantidade de água e quais tipos de termoplásticos estão na carga, sempre com acompanhamento do responsável pela compra. Os caminhões são então descarregados com empilhadeiras, a um tempo de ciclo de 10 min/tonelada com índice de OEE 73%, sendo depositados no primeiro ponto de estoque intermediário que antecede a etapa de separação, com um tempo médio de espera de 3060 minutos.

Na segunda etapa de agregação de valor, no setor de separação que opera em horário comercial, as aparas são colocadas em esteiras, onde os operadores manualmente separam e retiram diferentes tipos de plásticos que são prensados em fardos e separados de acordo com o tipo e a cor, com um tempo de ciclo de 17 min/tonelada e OEE 62%. Com a apara de PP enfardada e separada, cerca de 30% da produção diária é destinada a uma empresa terceirizada para a aglutinação e o restante é encaminhado para o depósito de aparas separadas, possuindo um tempo de espera de 6370 minutos.

A terceira etapa acontece no setor de aglutinação; com dois aglutinadores produzindo em três turnos, as aparas passam por um processo que, por atrito, retira a tinta do material e o transforma em uma espécie de farináceo, com um tempo de ciclo de 91 min/tonelada e OEE 59%. O material aglutinado é armazenado em *big bags* e enviado para o depósito de materiais aglutinados, com tempo de espera de 1068 min/tonelada.

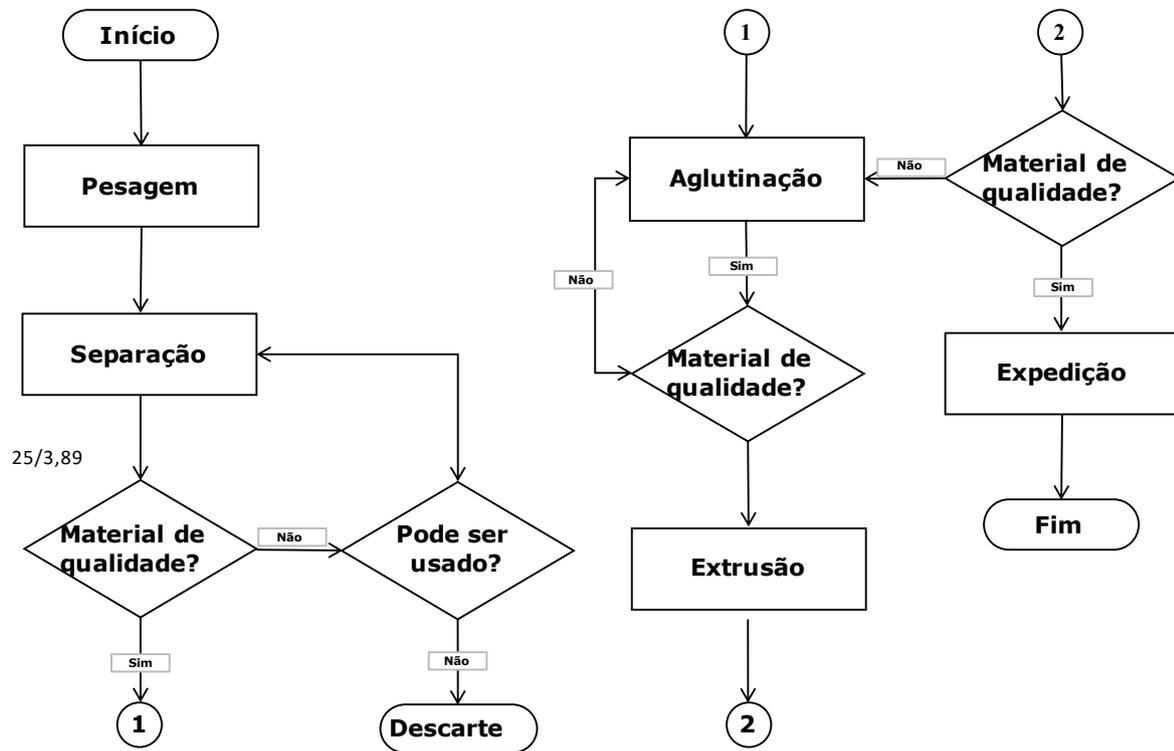


Figura 1. Fluxograma do processo produtivo

Fonte: Os próprios autores

Na última etapa de agregação de valor, o material aglutinado é enviado para um silo misturador e, em seguida, é extrudado, formando grãos de PP, e embalado automaticamente em *big bags* com capacidade de 1 tonelada a um tempo de ciclo de 89 min/tonelada e OEE 76%. Por fim, os *big bags* são enviados ao depósito de materiais, prontos para serem retirados pela expedição assim que o cliente necessitar. O mapa de estado atual foi apresentado com o auxílio da ferramenta computacional *Microsoft Office Excel*, da seguinte maneira:

Ao término do Mapeamento de Fluxo de Valor Atual, foram realizadas reuniões entre os colaboradores, apresentando os desperdícios evidenciados através do MFV, com objetivo de receber instruções e ideias que auxiliariam no desenvolvimento do MFV futuro.

A Tabela 1 evidencia os desperdícios encontrados no processo de fabricação do PP, o desperdício de estoque, que consiste no excesso de matéria-prima em processamento ou produto já acabado, encontrado nos setores de separação e aglutinação.

Tabela 1. Desperdícios Encontrados

DESPERDÍCIOS	Pesagem	Separação	Aglutinação	Extrusão
Estoque		X	X	
Processamento	X	X	X	X
Defeito				X
Movimentação	X	X	X	X
Superprodução			X	
Espera	X	X	X	X
Transporte	X	X	X	X

Fonte: Os próprios autores

A falta de eficiência da produção é denominada como desperdício de processamento. A movimentação que engloba movimentos desnecessários pelo colaborador, a espera que consiste na ociosidade de pessoas e equipamentos e o transporte, que é o movimento desnecessário de matéria-prima, foram evidenciados em todos os setores da empresa.

No que se refere ao desperdício denominado defeito, que trata basicamente da qualidade e retrabalho dos produtos, o mesmo foi encontrado apenas no setor de extrusão.

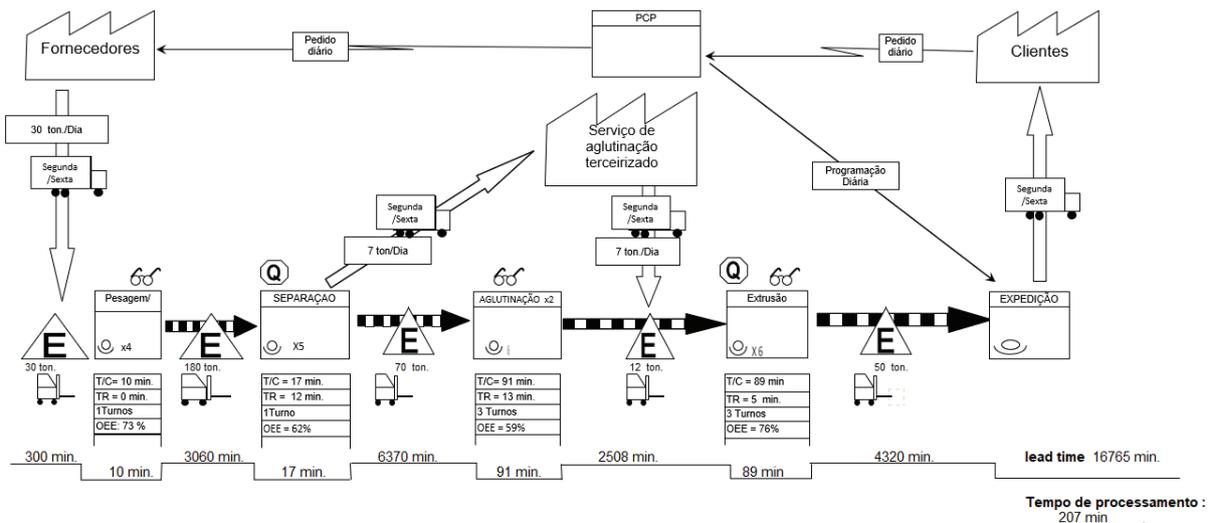


Figura 2. Mapeamento de Fluxo de Valor Atual

Fonte: Os próprios autores

O desperdício de superprodução encontrado no setor de aglutinação também foi demonstrado na Tabela acima, tendo este um direcionamento por parte da organização para a eliminação total, por se tratar de um material que é armazenado em *big bags* com incidência de propagação de fogo, tornando-se um material extremamente perigoso.

Propostas de melhoria

A recomendação para o primeiro ponto de melhoria é a eliminação do estoque intermediário que antecede a separação, fazendo com que as aparas sejam descarregadas diretamente nas esteiras de separação, reduzindo desperdícios por meio de movimentação de empilhadeiras e reduzindo o *lead time*. A verificação do material passa para responsabilidade do setor separação e, com isso, diminui-se o tempo de ciclo e aumenta-se o índice de OEE.

Com as aparas sendo depositadas diretamente nas esteiras, espera-se a eliminação do tempo de espera ocasionado diariamente por falta de material, retrabalho e movimentação excessiva, aumentando o índice OEE e a capacidade de processamento. Em decisão conjunta com os responsáveis, alegando uma melhor qualidade na mistura das aparas, optou-se por manter e aumentar o estoque de aparas separadas.

Sugere-se também a aquisição de um novo equipamento de aglutinação, fazendo com que a empresa passe a ter todos os processos de fabricação internamente, mantendo um controle de qualidade eficiente, diminuindo o *lead time* e aumentando sua capacidade produtiva, já que o gargalo se encontra neste setor. Ainda no setor de aglutinação, a proposta está na redução de paradas por falta de materiais e a mudança no processo de troca de navalhas, que antes eram

afiadas pelos próprios operadores, desperdiçando seu tempo produtivo, e agora será feita pelo setor de manutenção, reduzindo o tempo dessas trocas de 240 min para 90 por dia, ou seja, um ganho de 150 minutos diários. Com isso, espera-se o aumento no volume da produção, a diminuição do tempo de ciclo e a melhora no índice OEE.

Diante das visitas feitas na empresa, constatou-se que, muitas vezes, por falta de material aglutinado, a velocidade da extrusora era diminuída; com as modificações feitas no setor de aglutinação, a expectativa é que não aconteçam mais paradas por falta de material, mantendo a extrusora sempre na velocidade máxima.

As melhorias que se espera alcançar com as alterações são: diminuição de *lead time* para cada tonelada de polipropileno produzido, aumento da eficiência pelo indicador OEE, diminuição de custos terceirizados, redução de transporte por meio de empilhadeiras, diminuição do tempo de ciclo do setor de aglutinados.

A proposta de fluxo à empresa se mantém igual, com sistema empurrado por opção da direção, porém com algumas melhorias sugeridas através do MFV, excluindo a terceirização do material aglutinado e alguns estoques intermediários, em conjunto com o aumento da disponibilidade em todos os setores, trazendo uma melhora no índice de OEE.

Ao término do desenho do mapeamento de estado futuro, foram observadas algumas melhorias com as mudanças propostas, elaborando-se, então, uma tabela de dados do processo, e fazendo-se um comparativo do processo atual com o proposto. O *lead time* é o tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto a ele, incluindo os tempos em que é agregado valor ao produto e os tempos

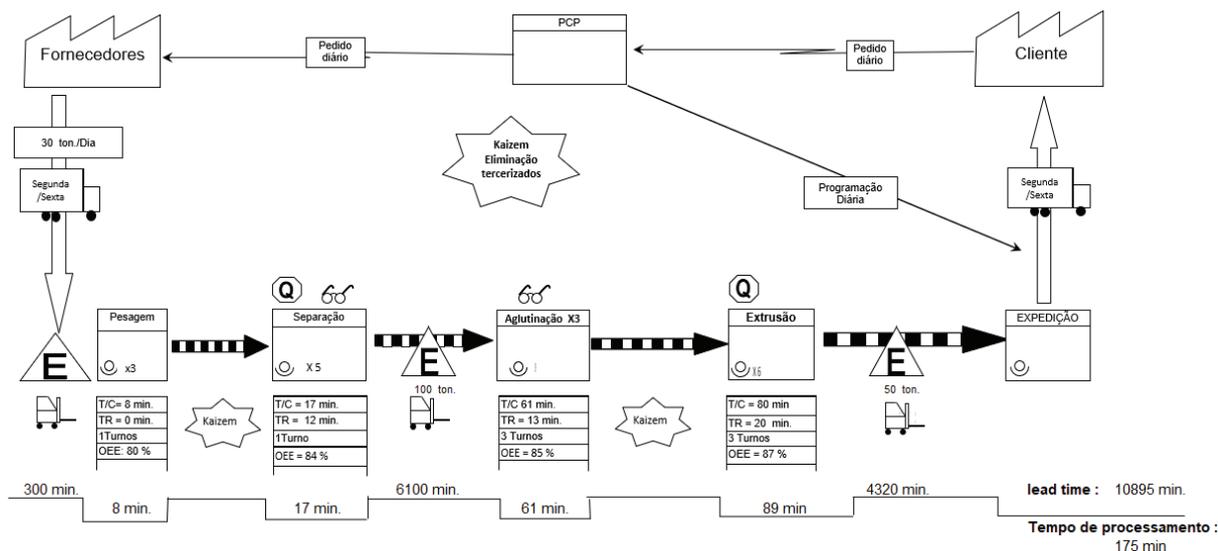


Figura 3. Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro

Fonte: Os próprios autores

em que a matéria-prima fica parada em estoques ou esperando para a próxima etapa.

Tabela 2. Lead Time das Atividades

Atividades	Estado Atual	Estado Futuro
Recebimento	300 min	300 min
Pesagem	3060 min	0 min
Separação	6370 min	6100 min
Aglutinação	2508 min	0 min
Extrusão	4320 min	4320 min
Tempo de processamento total	207 min	175 min
Lead Time	16765 min	10895 min

Fonte: Os próprios autores

Com a elaboração do Mapeamento de Fluxo de Valor no estado futuro, observa-se que, na Tabela 2, há uma redução de 34% de *lead time*. Essa redução é explicada devido à mudança de recebimento das aparas, eliminando o retrabalho e os estoques intermediários entre recebimento, pesagem, separação e a instalação de um maquinário de aglutinação. Com a mudança, será necessária a contratação de dois colaboradores novos para desempenhar a função de operador de aglutinador; um colaborador do setor de pesagem será transferido para o setor de aglutinação para compor o novo quadro de funcionários.

O tempo de ciclo é definido a partir do momento em que uma operação inicia até o momento em que a operação é concluída; na soma de todos os tempos de ciclo, obtém-se o tempo de processamento, que consiste no tempo de fabricação de um produto. Com a proposta de melhorias evidenciadas através do MFV, o tempo de ciclo nos setores de pesagem e aglutinação sofreu melhorias; com responsabilidade da ve-

rificação do material sendo efetuada pelo setor de separação, houve diminuição no tempo de ciclo do setor de pesagem sem afetar o tempo de ciclo da separação, ganhando produtividade. Já no setor de aglutinação, houve um investimento de R\$70.000,00 para a instalação da nova máquina com um *payback* de aproximadamente três meses. Com isso, gerou-se uma melhoria de 15.4% no tempo de processamento, com um ganho de volume de produção de uma tonelada por dia.

Tabela 3. Tempo de Processamento

Atividades	Estado Atual	Estado Futuro
Pesagem	10 min	8 min
Separação	17 min	17 min
Aglutinação	91 min	61 min
Extrusão	89 min	89 min
Tempo de Processamento	207 min	175 min

Fonte: Os próprios autores

Tabela 4. Overall Equipment Effectiveness

Atividades	Estado Atual	Estado Futuro
Pesagem	73 %	80 %
Separação	62 %	84 %
Aglutinação	59 %	85 %
Extrusão	76 %	89 %
Média OEE	68 %	85 %

Fonte: Os próprios autores

A eficiência global de cada setor foi medida através do índice OEE, que permite verificar pontos de desperdícios a partir da análise de três pontos: disponibilidade, performance e qualidade. O aumento significativo de 17% na média deu-se devido à reestruturação no sistema de abastecimento de aparas, tornando os líderes de cada setor responsáveis



por esse processo sem nenhum custo adicional, aumentando a disponibilidade e a performance, trazendo, como consequência, um aumento no volume de produção.

5. CONCLUSÃO

A proposta do MFV é apontar de forma clara as fontes de desperdícios oriundos dos processos produtivos, através de uma análise crítica dos pontos mais importantes, proporcionando oportunidades de melhorias.

Este artigo apresentou a análise do processo de recuperação do polipropileno em uma empresa recuperadora de termoplásticos, localizada no sul de Santa Catarina, por meio do Mapeamento de Fluxo de Valor, identificando os desperdícios na fabricação, em busca de melhora na eficiência do processo e apresentando sugestões de melhorias.

Os desperdícios encontrados foram: desperdícios de estoque no setor de separação e aglutinação, desperdícios de defeitos no setor de extrusão, desperdícios de superprodução no setor de aglutinação e desperdícios de processamento, movimentação, espera e transporte em todos os setores.

O MFV indicou que algumas mudanças e um investimento relativamente baixo em um novo equipamento proporcionaram mudanças significativas nos índices de cada tonelada produzida, proporcionando redução do *lead time*, redução do tempo de ciclo nos setores de pesagem e aglutinação, diminuição dos tempos ociosos dos operadores, redução de estoques intermediários, redução na movimentação por meio de empilhadeiras e aumento do índice OEE, que trouxe grandes vantagens no volume de produção.

Além disso, por intermédio do Mapeamento de Fluxo de Valor, tornou-se possível a visualização dos variados tipos de desperdícios, permitindo empenhar-se diretamente nos pontos cruciais, fazendo com que os esforços fossem utilizados de forma perspicaz em cada etapa do processo e atingindo os resultados esperados.

O MFV é uma ferramenta de inicialização à Manufatura Enxuta, por isso, para que a ampliação do pensamento enxuto se estenda para todos os setores da organização, é preciso que todos os envolvidos se comprometam com os objetivos, causando uma transformação na cultura organizacional, deixando-a em diferenciação com o mercado, respondendo positivamente às expectativas do mesmo.

REFERÊNCIAS

Aherne J.; Whelton, J. (2010), *Applying Lean in Healthcare: A collection of International Case Studies*, Productivity Press, New York, NY.

Albertin, M. R.; Pontes; H. L. J. (2016), *Gestão de processos e técnicas de produção enxuta*, Inter Saberes, Curitiba.

Ballestero-Alvarez, M. E. (2012), *Gestão de qualidade, produção e operações*, 2 ed., Atlas, São Paulo.

Biagio, L. A. (2015), "Como administrar a produção: + curso on-line", Manole, Barueri, SP.

Brief Consultoria (2014), *Lean Manufacturing*, disponível em <http://www.brief.com.br> (acesso em 30 set. 2018).

Chase, R. B. et al. (2006), *Administração da Produção para a Vantagem Competitiva*, 10 ed., Bookman, Porto Alegre.

Corrêa, H. L.; Corrêa, C. A. (2010), *Administração de Produção e Operações*, 2nd ed., Atlas, São Paulo.

Costa, A. C. F.; Jungles, A. E. (2006), "O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada", disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450312_7245.pdf (acesso em 23 set. 2018).

Creswell, J. W. W. (2010), *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*, 2 ed., Bookman, Porto Alegre.

Dennis, P. (2011), *Produção Lean Simplificada*, Bookman, Porto Alegre.

Elias, S. J. B. et al. (2011), *Mapeamento de Fluxo de Valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso*. v.4, n.1, *Revista ADMpg Gestão Estratégica*, Paraná.

Erlach, K. (2013), *Design de fluxo de valor. O caminho para uma fábrica enxuta*, Heidelberg, Nova Iorque.

Gibbs, G.; Costa, R. C. (2009), *Análise de dados qualitativos*, Artmed, Porto Alegre.

Guimarães, R. (2014), *Proposta de Implementação de Lean Healthcare em um Laboratório de Hospital Público*. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Química) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Jasti, N. K. V.; Sharma, A. (2014), "Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool: a case study from auto components industry", *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 5, No. 1, pp. 89-116.

Keyte, B.; Locher, D. (2004), *The complete lean enterprise: value stream mapping for administrative and office processes*. Productivity Press, Nova York.

Krajewski, L. J. et al. (2009), *Administração de produção e operações*, 8 ed., Prentice Hall, São Paulo.

Lage Jr., M. (2016), *Mapeamento de processos de gestão empresarial*, Inter Saberes, Curitiba.

Lean Institute Brasil, disponível em <http://www.lean.org.br> (acesso em 20 mar. 2018).



Lee, Q. (2006), Value Stream and Process Mapping: The Strategies Guide to Genesis of Manufacturing Strategy, Enna Products Corporation, Bellingham, Washington.

Liker, J. K. (2005), O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo, Bookman, Porto Alegre.

Lima, R. F.; Campos D. N. (2014). “Aplicação dos fundamentos das 7 perdas do sistema Toyota de produção no setor de alimentação industrial”, Revista de Administração & Ciências Contábeis, Vol. 7, No. 1.

Lustosa, L. J. et al. (2008), Planejamento e controle da produção, Elsevier, Rio de Janeiro.

Marodin, G.A.; Saurin, T. A. (2013), “Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies”. International Journal of Production Research, Vol. 51, No. 22, pp. 6663-6680.

Miguel, P. A. C. (2007), “Estudo de caso na administração: estruturação e recomendações para sua condução”, Produção, Vol. 17, No. 1, pp. 216-229.

Moura, A. M. C. et al. (2012), Aplicação da filosofia just in time em uma indústria do ramo da pesca em Natal/RN, Rio Grande do Norte.

Ohno, T. (1988), Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press, Portland, OR.

Patton, M. G. (2002), Qualitative Research and Evaluation Methods, 3 ed., Sage, Thousand Oaks, CA.

Rother, M.; Shook, J. (2003), Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício, Lean Institute Brasil, São Paulo.

Sharma, R. K. et al. (2006), “Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis”, Industrial Management & Data Systems, Vol. 106, No. 2, pp. 256-280.

Shingo, S. (1996), O sistema Toyota de produção – do ponto de vista de Engenharia de Produção, Artes Médicas, Porto Alegre.

Shiver, J. M.; Eitel, D. (2010), Optimizing emergency department throughput: Operations management solutions for health care decision makers, CRC Press, Boca Raton, FL.

Slack, N. et al. (2002), Administração da produção, Atlas, São Paulo.

Slack, N. et al. (2008), Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico, Bookman, Porto Alegre.

Slack, N. et al. (2009), Administração da Produção, 3 ed., Atlas, São Paulo.

Sparks, D. T. (2014), Combing Sustainable Value Stream Mapping and Simulation to Assess Manufacturing Supply Chain Network Performance.

APÊNDICE A. Análise de tempos para obtenção da OEE no setor de pesagem

Pesagem estado atual			
Métricas	Atividades	Tempos	
Tempo de ciclo por tonelada		10 min	
Carga horária diária		480 min	
Paradas Programadas	Café	20 min	
	Banheiro	20 min	
Total de tempo programado		440 min	
Métricas			
Atividades	Tempos		
Falta de material	20 min		
Paradas não programadas	Espera de instruções	15 min	
	Tempo ocioso	30 min	
Total de tempo produzindo		375 min	
Disponibilidade			
	Tempo produzindo	375 Kg	85%
	Tempo programado	440 Kg	
Performance			
	Produção real	37500 Kg	85%
	Produção teórica	44000 Kg	
Qualidade			
	Boas	45000 Kg	100%
	Produzidas	45000 Kg	
OEE			73%

Pesagem estado futuro			
Métricas	Atividades	Tempos	
Tempo de ciclo por tonelada		8 min	
Carga horária diária		480 min	
Paradas Programadas	Café	20 min	
	Banheiro	20 min	
Total de tempo programado		440 min	
Métricas			
Atividades	Tempos		
Falta de material	0 min		
Paradas não programadas	Espera de instruções	15 min	
	Tempo ocioso	30 min	
Total de tempo produzindo		395 min	
Disponibilidade			
	Tempo produzindo	395 Kg	90%
	Tempo programado	440 Kg	
Performance			
	Produção real	49375 Kg	90%
	Produção teórica	55000 Kg	
Qualidade			
	Boas	49375 Kg	100%
	Produzidas	49375 Kg	
OEE			81%



APÊNDICE B. Análise de tempos para obtenção da OEE no setor de separação

Separação estado atual				Separação estado futuro			
Métricas	Atividades	Tempos		Métricas	Atividades	Tempos	
Tempo de ciclo por tonelada		17 min		Tempo de ciclo por tonelada		17 min	
Carga horária diária		480 min		Carga horária diária		480 min	
Paradas Programadas	Setup	30 min		Paradas Programadas	Café	30 min	
	Banheiro	20 min			Banheiro	20 min	
Total de tempo programado		430 min		Total de tempo programado		430 min	
Métricas	Atividades	Tempos		Métricas	Atividades	Tempos	
Paradas não programadas	Falta de material	80 min		Paradas não programadas	Falta de material	25 min	
	Outros	12 min			Espera de instruções	12 min	
Total de tempo produzindo		338 min		Total de tempo produzindo		393 min	
Disponibilidade	Tempo produzindo	338 Kg	79%	Disponibilidade	Tempo produzindo	393 Kg	91%
	Tempo programado	430 Kg			Tempo programado	430 Kg	
Performance	Produção real	19882 Kg	79%	Performance	Produção real	23118 Kg	91%
	Produção teórica	25204 Kg			Produção teórica	25294 Kg	
Qualidade	Boas	19882 Kg	100%	Qualidade	Boas	23118 Kg	100%
	Produzidas	19882 Kg			Produzidas	23118 Kg	
OEE		62%		OEE		84%	

Fonte: Os próprios autores

APÊNDICE C. Análise de tempos para obtenção da OEE no setor de aglutinação

2 Aglutinadores estado atual				2 Aglutinadores estado futuro			
Métricas	Atividades	Tempos		Métricas	Atividades	Tempos	
Tempo de ciclo por tonelada		91 min		Tempo de ciclo por tonelada		61 min	
Carga horária diária		1440 min		Carga horária diária		1440 min	
Paradas Programadas	Troca de navalhas	120 min		Paradas Programadas	Troca de navalhas	120 min	
	Banheiro	20 min			Banheiro	20 min	
	Intervalo	180 min			Intervalo	180 min	
Total de tempo programado		1120 min		Total de tempo programado		1120 min	
Métricas	Atividades	Tempos		Métricas	Atividades	Tempos	
Paradas não programadas	Afiar as navalhas	150 min		Paradas não programadas	Afiar as navalhas	0 min	
	Falta de material	70 min			Falta de material	35 min	
	Troca de turno	50			Troca de turno	50	
Total de tempo produzindo		850		Total de tempo produzindo		1035	
Disponibilidade	Tempo produzindo	850 Kg	76%	Disponibilidade	Tempo produzindo	1035 Kg	92%
	Tempo programado	1120 Kg			Tempo programado	1120 Kg	
Performance	Produção real	9341 Kg	76%	Performance	Produção real	16967 Kg	92%
	Produção teórica	12308 Kg			Produção teórica	18361 Kg	
Qualidade	Boas	9341	100%	Qualidade	Boas	16967	100%
	Produzidas	9341			Produzidas	16967	
OEE		58%		OEE		85%	

Fonte: Os próprios autores



APÊNDICE D. Análise de tempos para obtenção da OEE no setor de extrusão

Extrusora estado atual			Extrusora estado futuro				
Métricas	Atividades	Tempos	Métricas	Atividades	Tempos		
Tempo de ciclo por tonelada		89 min	Tempo de ciclo por tonelada		89 min		
Carga horária diária		1440 min	Carga horária diária		1440 min		
Paradas Programadas	Troca de matriz	25 min	Paradas Programadas	Troca de navalhas	25 min		
	Banheiro	20 min		Banheiro	20 min		
Total de tempo programado		1395 min	Total de tempo programado		1395 min		
Métricas	Atividades	Tempos	Métricas	Atividades	Tempos		
Paradas não programadas	Granulador	15 min	Paradas não programadas	Granulador	0 min		
	Falta de material	65 min		Falta de material	0 min		
Total de tempo produzindo		1315 min	Total de tempo produzindo		1395 min		
Disponibilidade	Tempo produzindo	1315 Kg	94%	Disponibilidade	Tempo produzindo	1395 Kg	100%
	Tempo programado	1395 Kg			Tempo programado	1395 Kg	
Performance	Produção real	14775 Kg	82%	Performance	Produção real	15674 Kg	87%
	Produção teórica	18000 Kg			Produção teórica	18000 Kg	
Qualidade	Boas	14800 Kg	99%	Qualidade	Boas	15674 Kg	100%
	Produzidas	15000 Kg			Produzidas	15674 Kg	
OEE		76%		OEE		87%	

Fonte: Os próprios autores

APÊNDICE E. Análise de custo para aquisição de um aglutinador

Custo por kg aglutinado	Valor kg	Mensal	Anual
Custo com terceirização	R\$ 0,42	R\$ 88.200,00	R\$ 1.058.400,00
Custo na empresa	R\$ 0,25	R\$ 52.500,00	R\$ 630.000,00
Diferença	R\$ 0,17	R\$ 35.700,00	R\$ 428.400,00
Custo de aglutinador completo		R\$ 70.000,00	
Retorno		2 meses	

Recebido: 02 maio 2019

Aprovado: 15 maio 2019

DOI: 10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1533

Como citar: Pinto, N. M.; Luiz, F. A.; Moreira, F. K. (2019), "Mentalidade enxuta: aplicação do mapeamento de fluxo de valor no processo produtivo de uma recuperadora de termoplástico", Sistemas & Gestão, Vol. 14, No. 2, pp. 211-222, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1533> (acesso dia mês abreviado. ano).