

Potencializando Lean Green numa empresa de saneamento, via mapeamento do fluxo de valor ambiental

Germano de Melo Matos Trevisan (UNIARA) germano.trevisan.br@gmail.com

Cleber Marcelo de Lima (UNIARA) clebermarcelodelima@gmail.com

Jefferson Celso Agostinho (UNIARA) engjefferson@hotmail.com

Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente (UNIARA) carlos.valente@sensoft.com.br

Prof. Dr. Fábio Ferraz Junior (UNIARA) fabio.ferraz@sensoft.com.br

Resumo:

Lean Green tem sido motivação de vários pesquisadores que sugerem aplicação de novas metodologias sem alguns conceitos. Lean e Green com a implementação do ciclo PDCA como Dennis (2007), Massei e Simeoni (2003). Também foram exploradas a Responsabilidade Social Corporativa (RSC), Lavarda e Welzel (2016), Proatividade Ambiental com Martin-Peña, Díaz-Garrido e Sanchez-López (2014), o Consumo Verde, Logística Reversa, Produção + Limpa (P+L) e a Cadeia de Suprimentos Sustentável (Green Supply Chain) como ferramentas para a redução dos desperdícios e da poluição. Este estudo apresenta os resultados da pesquisa realizada na empresa de tratamento de esgoto da cidade de São José do Rio Preto - SP utilizando a implantação do mapeamento do fluxo de valor ambiental. O estudo tem como o objetivo investigar ferramentas adequadas utilizadas no conceito Lean, adequando a filosofia Green, em um processo da empresa de saneamento com estratégia de verificar as facilidades e dificuldades a serem implantadas. Esta pesquisa é de natureza aplicada, pois se caracteriza com interesse prático, com objetivo de desenvolver conhecimento para solução de problemas reais. Do ponto de vista dos métodos, a pesquisa é classificada como um estudo de caso, baseado na investigação profunda e exaustiva de um determinado fato, de forma que se obtenha um conhecimento amplo e detalhado.

Palavras chave: Lean Green, Mapeamento de Fluxo de Valor, Empresa de saneamento

Leveraging Lean Green a sanitation company, via mapping of the environmental value stream

Abstract

Lean Green has been motivated many researchers to suggest application of new methodologies without some concepts. Lean and Green with the implementation of the PDCA cycle as Dennis (2007), Massei and Simeoni (2003). They were also explored Corporate Social Responsibility (CSR), Lavarda and Welzel (2016), Environmental Proactivity with Martin-Peña, Diaz-Garrido and Sanchez-Lopez (2014), the Green Consumption, Reverse Logistics, Cleaner Production (P + L) and Sustainable Supply Chain (Green Supply Chain) as tools for reducing waste and pollution.

This study presents the results of research carried out in the sewage treatment plant in the city of São José do Rio Preto - SP using the implementation of the mapping of the environmental value stream.

The study has as objective to investigate appropriate tools used in Lean concept, adapting the Green philosophy in a process of reorganization of company strategy checks easy and difficult to deploy.

This research is of applied nature, it is characterized with practical interest, in order to develop knowledge to solve real problems. From the point of view of methods, the research is classified as a case study, based on deep and thorough investigation of a given fact, in order to obtain a broad and detailed knowledge.

Keywords: Lean Green, Value Stream Mapping, Sanitation Company

1. Introdução

A convivência e atividades conjuntas do homem, ordenadas e organizadas conscientemente, altera-se no decorrer do tempo. O homem observa a real necessidade do zelo pelo ambiente em que vive e verifica-se o aumento diversas formas de poluentes devido a sua atividade fabril. Assim, tende a alterar sua forma de realizar suas atividades e induziram as empresas a

se adequarem as essas novas exigências mercadológicas, simplesmente deixando de adquirir um produto em detrimento a outros em sintonia com o novo conceito de sustentabilidade. As organizações visam novas estratégias mais eficientes e vem destacando em cena a “filosofia verde”, que consistem basicamente na adoção de medidas que incentivam a redução do impacto ambiental, alinhando provavelmente aos objetivos e ferramentas da manutenção enxuta, buscando agora reduzir não só os desperdícios nas operações de produção, mas com novo enfoque a redução dos desperdícios e resíduos que prejudicam o meio ambiente.

Este tema tem sido motivação de vários pesquisadores que sugerem aplicação de novas metodologias. Lean e Green com a implementação do ciclo PDCA como Dennis (2007), Massei e Simeoni(2003). Também foram exploradas a Responsabilidade Social Corporativa (RSC), Lavarda e Welzel (2016), Proatividade Ambiental com Martin-Peña, Díaz-Garrido e Sanchez-López (2014), o Consumo Verde, Logística Reversa, Produção + Limpa (P+L) e a Cadeia de Suprimentos Sustentável (*Green Supply Chain*) como ferramentas para a redução dos desperdícios e da poluição.

Sobre a sombra dos esforços desses vários pesquisadores, apontam também limitações nas práticas, métodos e ferramentas para aplicação do Lean Green. A busca para minimizar dos impactos ambientais causados pela atividade produtiva como forma de atender os interesses dos clientes sem que haja a degradação ao meio ambiente. Dessa forma, espera-se que a proposta do Lean Green possa ampliar e aprofundar o conhecimento sobre o assunto.

Conforme Gati e Torres Junior (2009), descrevem sobre o alinhamento dos valores econômico e social, como a primeira geração dessas ferramentas cujo desafio de avançar no equilíbrio das decisões, pois, apesar de terem alcançados reduções e economias de custos, as iniciativas apresentam baixa integração ao sistema de produção e operação. Utilizaram o mapeamento como ferramenta analítica de soluções de problemas, no qual seguem a sequência operacional passo a passo, fluxo dos materiais, das informações e pessoas.

Vasconcelos et al. (2013), enfatiza que neste cenário busca-se identificar a Produção Enxuta (lean) como modelo para obtenção de vantagem competitiva, pois proporciona a redução de desperdício no processo produtivo e a Gestão Ambiental (Green) como a estratégia de diferenciação para redução do impacto ambiental ocasionados pelas operações de produção organizacionais. O estudo tem como o objetivo investigar ferramentas adequadas utilizadas no conceito Lean, adequando a filosofia Green, em um processo da empresa de saneamento com estratégia de verificar as facilidades e dificuldades a serem implantadas. Há algumas limitações na empresa a ser estudada, não estão sendo aplicada nenhuma filosofia Lean, não existe nenhuma certificação ISO 9.000 ou da família ISO 14.000.

Este artigo contempla seis seções; a primeira é a introdução, em que se contextualiza a questão de pesquisa e delimitam-se os objetivos do artigo. A segunda é a revisão da literatura, em que se apresentam definições para embasamento da configuração “framework” e a hipótese da pesquisa. A terceira refere-se à metodologia de pesquisa e apresenta a forma de coleta e análise de dados. Na quarta seção, abordam-se os resultados da pesquisa. A quinta e a sexta seções correspondem a, respectivamente, discussão dos resultados e considerações finais da pesquisa.

2. Revisão de literatura

2.1 Manufatura Enxuta

Segundo Dennis (2008), a produção enxuta significa produzir mais, com menos recursos, e ao mesmo tempo dar aos clientes o que eles querem. Ainda segundo Dennis

(2008), este sistema de gerenciamento que teve origem no contexto de produção industrial, pode ser aplicado universalmente, tendo como desafio adaptá-lo para a situação específica.

Conforme Womack e Jones (2004) o desperdício é tudo aquilo que o cliente não está disposto a pagar quando compra um produto de uma empresa, isto é, qualquer atividade que absorve recursos, mas não cria valor, estes desperdícios podem consumir parte do tempo e dinheiro das empresas e prejudica suas operações e consequentemente o cliente final. Assim, eliminando esses desperdícios, o tempo e o custo de produção diminuem, aumentando a eficiência do processo produtivo, melhorando a qualidade. A produção enxuta visa à eliminação de desperdícios que ocorrem durante os processos. Para Liker (2005) estes desperdícios podem ser categorizados como: superprodução, espera, estoque desnecessário, defeitos, processamento inadequado, transporte excessivo e movimentação excessiva.

Para alcançar a eliminação destes desperdícios, a produção enxuta possui algumas ferramentas e técnicas principais, dentre as quais Liker (2005) apresenta: mapeamento do fluxo de valor (MFV), fluxo contínuo, produção puxada, 5S, trabalho padronizado, redução de setup, manutenção produtiva total e *poka-yoke* (sistema à prova de erros). O mapa de fluxo de valor é uma ferramenta que ajuda a enxergar o fluxo de materiais e de informações à medida que o produto percorre um sistema produtivo, desde sua entrada na forma de matéria-prima, as etapas de processamento, até sua saída na forma de produto acabado (Rother; Shook, 2003).

O método objetiva visualizar conexões entre as operações realizadas, bem como propor melhorias ao fluxo de materiais e de informações, tornando o sistema mais enxuto e eficiente (Queiroz, Rentes e Araujo, 2004). Sua aplicação evidencia perdas existentes, indicando onde há restrição de capacidade passível de melhoria, propiciando aumento do valor agregado. (Prates e Bandeira, 2011; Salgado et al., 2009).

Queiroz, Rentes e Araujo (2004) destacam a necessidade de criar um fluxo de valor contínuo e estável na cadeia para que os produtos passem de seu início até sua saída com a menor instabilidade do processo.

Mapeamento de fluxo de valor ou mapeamento enxuto não é somente um método que modifica a manufatura de linha em um sistema produtivo, mas sim com sua implantação poderá representar uma mudança significativa na organização, focando desde a cultura dos colaboradores a uma modificação geral em toda a empresa, e nos processos produtivos, segundo Veiga e Ceresá, (2013).

Assim, uma das principais etapas do mapeamento, é a evolução que atinge toda a organização com as técnicas de manufatura enxuta, e em todos os níveis, além de descrever condições futuras para a organização com melhorias a serem realizadas, intensificando a integridade de toda a equipe para a identificação de falhas, atuando por meio de hipóteses nas quais possam melhorar as atividades contínuas nos processos atuais e futuros (Salgado et al., 2009).

Segundo Wei Qi e Haishan (2007) a criação de um MFV é feito através dos seguintes passos: Escolha de um produto específico para o qual MFV será construído; Elaboração de um MFV inicial, onde são mapeadas todas as operações de um processo, sem exceções; Análise para identificação de possíveis melhorias; Elaboração de um MFV futuro; Implementação deste novo MFV; Análise do progresso ocorrido, e em caso positivo, a manutenção das modificações. No entanto, Rother e Shook (2012), ressaltam que nem todos os mapeamentos precisam obrigatoriamente passar por todas as etapas acima descritas.

Para Shiver & Eitel, 2010; Aherne & Whelton, 2010, o MFV permite, além da eliminação de desperdício e a otimização do fluxo do processo de manufatura, uma série de outros benefícios que facilitam um real controle do processo produtivo. Estas vantagens são: Processos mais eficientes; Redução dos tempos envolvidos nos processos; Profissionais mais

satisfeitos; Elevação da qualidade; Produtos/serviços mais adequados às necessidades dos consumidores; Sistemas mais confiáveis; Redução de Custos.

2.2 Conceito Lean e Green

A aplicação das ferramentas desenvolvidas pela produção enxuta também contribui para a obtenção dos benefícios ambiental, tecnológico e econômico. Sua aplicação minimiza a necessidade de recursos, energia e matéria-prima e reforçam que a ênfase da produção enxuta na redução de desperdícios favorece a redução do impacto ambiental dos sistemas produtivos propiciando oportunidades para a integração dos esforços enxutos e de gestão ambiental, conceitos estudados por Elias e Magalhães(2003); Saurin, Ribeiro e Morodin (2010).

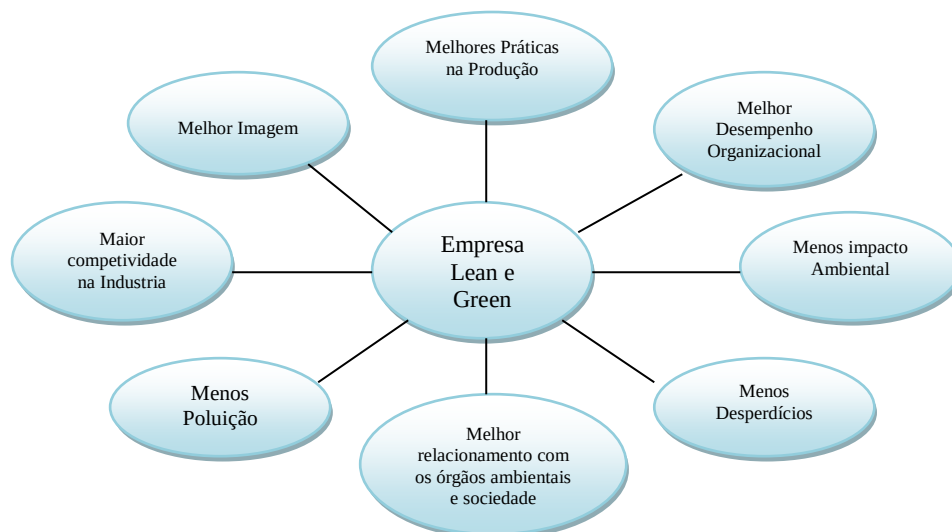
Vasconcelos et al. (2013), enfatiza que neste cenário busca-se identificar a Produção Enxuta (*Lean*) como modelo para obtenção de vantagem competitiva, pois proporciona a redução de desperdício no processo produtivo e a Gestão Ambiental (*Green*) como a estratégia de diferenciação para redução do impacto ambiental ocasionados pelas operações de produção organizacionais.

Assim, o ideal seria a adoção de uma política de produção enxuta nas organizações, visando principalmente à redução dos desperdícios contribuirá de alguma maneira para o desenvolvimento das práticas da gestão ambiental, promovendo um crescimento do desempenho dessa área nas organizações segundo Vasconcelos, (2013).

Bergmiller e McWright (2009) sugerem que as organizações industriais modernas estão adotando os objetivos do *Lean* e *Green* em seus modelos de gestão de uma forma mais incisiva por uma evolução natural da cultura de redução de desperdícios de forma contínua, integrando seus programas para a minimização dos impactos ambientais causados pelas suas operações produtivas.

Doriguel (2012) argumenta que a implantação da filosofia *LeaneGreen* em uma empresa pode contribuir para melhoria de resultados em diversos aspectos, conforme demonstrado na Figura 1. Observa-se nos benefícios proporcionados em torno à empresa, aos investidores e aos consumidores. Corroborando com estes argumentos, Coelho et al. (2008) ressaltam que as boas práticas da produção enxuta contribuem para uma boa prática de gestão ambiental, visto que a gestão ambiental depende de ações e interações com outras categorias do sistema de produção e não somente de ações vinculadas as melhores práticas de proteção ambiental. Tal argumentação torna-se importante a prática de produção enxuta e sua inter-relação com outras áreas, como a ambiental, de forma sistêmica, com o objetivo de alcançar resultados por meio de uma estratégia sustentável de gestão, conforme evidenciado por Doriguel (2012).

Figura 1. Benefícios aplicados após pensamentos Lean and Green, fonte adaptada.



2.3 Vantagens Ambientais da Produção Enxuta

O cenário atual exige que as organizações adotem políticas sustentáveis, que evidenciem sua prática de gestão socioambiental, visto que a cada dia aumenta a demanda por produtos e serviços ambientalmente corretos, com o menor impacto ambiental. A questão ambiental tornou-se um elemento fundamental para se repensar os valores e as ideologias existentes e estabelecer novas formas de ação em todas as práticas produtivas, o que exige uma nova postura organizacional frente à concorrência, e neste aspecto o meio ambiente aflora como uma questão importante para estabelecimentos novos paradigmas para o mercado e sociedade. (Sanchez 2000; Coelho, et al., 2008).

Sob este aspecto empresas incorporam os conceitos de produção enxuta com aspectos ambientais, com o objetivo de obter uma evidência de melhorias alcançadas com esta prática, contribuindo para um melhor resultado operacional, econômico e ambiental. EPA (2007) evidência através de um estudo os benefícios obtidos por meio da implantação enxuta. Os resultados demonstraram que ao adotarem medidas que trazem benefícios ambientais as empresas também estavam reduzindo gastos. Uma prática de gestão de resíduos ambientais, como o excesso de energia, água, resíduos perigosos ou sólidos, passaram a ser explorados pelas práticas enxutas, pois o objetivo da produção enxuta está baseado na melhoria contínua e eficientizada produção. Assim, esta produção passa ser traduzida em menor consumo de energia por unidade produzida, ou seja, menos uso de recursos naturais por unidade produzida. Uma produção eficiente passa significar não só o menor consumo de energia e matéria-prima, mas também menor material e resíduos perigosos gerados e descartados para o meio ambiente.

Segundo Unido (2002), a diminuição no uso de materiais, redução de perdas, desperdícios, resíduos e emissões, pode ser alcançada a partir de sete princípios, os quais se mostram a seguir: a) manutenção adequada; b) realizar substituições: por matérias menos tóxicos, renováveis ou com maior ciclo de vida; c) melhoria no controle do processo; d) mudanças no equipamento: de produção e os auxiliares para melhorar a eficiência e diminuir perdas e emissões; e) mudanças na tecnologia e no fluxograma do processo a fim de diminuir os desperdícios na cadeia produtiva; f) reciclagem/reuso resíduos gerado; g) reformulação ou modificação do produto.

Sanchez (2000) relata que uso de tecnologias ambientais contribui para garantir o melhor desempenho econômico, produtivo, ambiental. No caso da proteção ambiental, as tecnologias ambientais envolvem:

- Tecnologias de controle de poluição, como controle da emissão de gases à atmosfera por exemplo. Trata-se de equipamentos de controle de emissões e efluentes, tais como filtros purificadores, incineradores e redes de tratamento de água e esgoto, entre outros, que removem os resíduos poluentes ou reduzem sua toxicidade;
- Tecnologias de prevenção da poluição, centradas no processo produtivo para torná-lo mais eficiente, ou seja, ampliar a taxa de utilização dos insumos nos produtos fabricados.
- Tecnologias de produtos e processos dentro do que foi conceituado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e produtos para reduzir riscos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Nesse caso Unido (2002) e Sanchez (2000) preocupam-se com o ambiente principalmente, mas também com o desperdício e assim melhorando o desempenho produtivo devido princípios básicos juntamente com a tecnologia.

A adoção dos conceitos produção enxuta e ambiente ocorrendo de forma sistêmica e com o apoio de diversas áreas operacionais trazem ganhos e benefícios tanto para as empresas como para a comunidade em geral. No entanto, para se estabelecer uma prática de produção

enxuta e gestão ambiental, as empresas precisam primeiramente conhecer o seu estado-da-arte no campo ambiental, para posteriormente planejar as ações e procedimentos que colaborem com a execução de ações de monitoramento de atividades, correções de problemas, implementações de novas soluções com o objetivo de alcançar resultados concretos por meio de uma estratégia sustentável de gestão.

2.4 Biorreatores de membranas anaeróbias

O sistema MBR (*MembraneBioReactor*) pode ajudar a obter vantagens ambientais e é uma combinação de tratamento biológico e a ultrafiltração proporcionada pelas membranas submersas, conforme figura 02, Biorreatores com membranas Kored. Disposta em módulos dentro do tanque de aeração, as membranas microporosas separam os sólidos e possibilitam a obtenção de efluentes de ótima qualidade. A superestrutura é em aço inox 304, consiste de várias membranas interligadas em um *mainfold* de coleta de efluente clarificado, fazendo parte a caixa difusora de ar que fica acoplada na parte inferior do aparelho.



Figura 02 - Biorreatores com membranas Kored, fabricação LG

Garantir acesso acessível a água é uma das maiores aventuras que a humanidade deverá se preparar. Com o aumento da população mundial, poluição da água torna-se mais complexa e difícil remover e soma-se as mudanças climáticas potencializa a escassez de água em muitas áreas. A reutilização da água se transformará seus conceitos do que é hoje. Além disso, a água centralizada em algumas regiões e infra-estrutura de águas residuais faz surgir uma crescente demanda para a produção de maior qualidade da água usando menos energia e com menores custos de tratamento. A inovação tecnológica transformará a maneira como tratar, distribuir, usar, e reutilizar.

Essa tecnologia oferece oportunidades para desenvolver sistemas de abastecimento de água da próxima geração. As propriedades extraordinárias dos materiais, como a área de superfície elevada, fotossensibilidade, atividade catalítica e antimicrobiana, eletroquímico, óptico, e propriedades magnéticas, fornecem recursos úteis para muitas aplicações. Estas aplicações incluem sensores para monitoramento da qualidade da água, adsorventes especiais, desinfecção solar / descontaminação e membranas de alta performance. Segundo Alvarez et. al. (2012), a nanotecnologia está ativamente perseguida tanto para melhorar a desempenho dos processos de tratamento existentes e desenvolver novos processos.

3. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza aplicada, pois se caracteriza com interesse prático, com objetivo de desenvolver conhecimento para solução de problemas reais.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva. Para Turrioni e Mello (2012), este tipo de estudo objetiva discorrer sobre as características e comportamentos de determinados fatos, através do uso de técnicas padronizadas de coleta e análise de dados, como forma de demonstrar a veracidade do trabalho.

Já quanto a forma de abordar o problema, a pesquisa pode ser classificada em qualitativa pois visa aplicar o conceito e uma análise sobre uma nova abordagem para sistemas enxutos.

Do ponto de vista dos métodos, a pesquisa é classificada como um estudo de caso, baseado na investigação profunda e exaustiva de um determinado fato, de forma que se obtenha um conhecimento amplo e detalhado (TURRIONI E MELLO, 2012). Se caracteriza por ser uma empresa que encontra em processo de produção na forma contínua.

4. Aplicação do Lean Green na empresa de tratamento de esgoto

Este estudo apresenta os resultados da pesquisa realizada na empresa de tratamento de esgoto da cidade de São José do Rio Preto - SP utilizando a implantação do mapeamento do fluxo de valor ambiental.

A empresa analisada é uma autarquia municipal. O órgão é responsável pelo serviço de abastecimento de água (captação, adução, tratamento, reserva e distribuição de água potável) e coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos do município. Atividade essencialmente vinculada ao meio ambiente.

A empresa recebe por emissários todo o esgoto de uma cidade de 500 mil habitantes, tendo uma flutuação populacional devido ao fenômeno das universidades na cidade emigrarem aproximadamente 30 mil estudantes. Utilizam no tratamento essencialmente reatores de fluxo ascendente, iniciando com reatores aeróbios, por processo de bioquímico por bactérias sem a presença de oxigênio, e posterior utilização de reatores anaeróbios outros processos bioquímicos com a presença de oxigênio. Passando para próxima fase que consiste na separação física da parte sólida da líquida. Sendo que a líquida é devolvida para o rio e parte sólida é enviada para o aterro.

No entanto, a empresa ainda não desenvolveu uma consciência ambiental e atividades verdes, como a prevenção da poluição, certificações verdes, ISO 14.000, sendo uma atividade que a autarquia vem buscando gradativamente.

A aplicação do MAPEAMENTO *LEANGREEN* na empresa ocorreu sob a forma de coleta de dados, análise e proposta de combate aos desperdícios em especial ao produto água. A relação de informações referentes aos processos, demandas dos clientes, *setup* das máquinas, pessoas e circulação dos dados, é utilizada para desenhar o mapa do estado atual. A partir destes e com foco na mudança esperada pelo cliente, aplicam-se os princípios e práticas de produção enxuta para se trabalhar todo o fluxo de materiais e informação. As propostas também são desenhadas para composição do mapa de estado futuro, o que pode demandar alterações na organização da produção. Estas etapas estão demonstradas nas próximas seções.

Esta ação agrega valor ao cliente, pois este está instituído em comunidades saudáveis e segura que necessitam de água potável para suas atividades básicas, com alimentação e higienização. Para tanto a autarquia fornece serviços públicos de água com ferramentas e estratégias necessárias para melhorar a água potável e sistemas de água residuais.

4.1 Estado Atual

A Figura 03, mapeamento atual de *Lean e Green* no saneamento, demonstra o estado atual do processo, o que demanda neste momento uma análise crítica sobre as reais condições do processo do MFV ambiental. Nesse ramo de atividade se caracterizam por não ter superprodução, pois é tratado aqui que é gerado de esgoto, não há espera, pois, a movimentação é por gravidade, escoando do ponto produtor ao tratamento, não há estoque desnecessário, pois é não tem tanque de armazenagem, ou ponto que fica imóvel o fluxo a ser tratado, e quanto a movimentação excessiva, não ocorre, pois, utilizam tubulação no menor

traçado possível. Entretanto o processamento inadequado, é compreendido na sua forma total quando se compara o mapa atual com o mapa futuro.

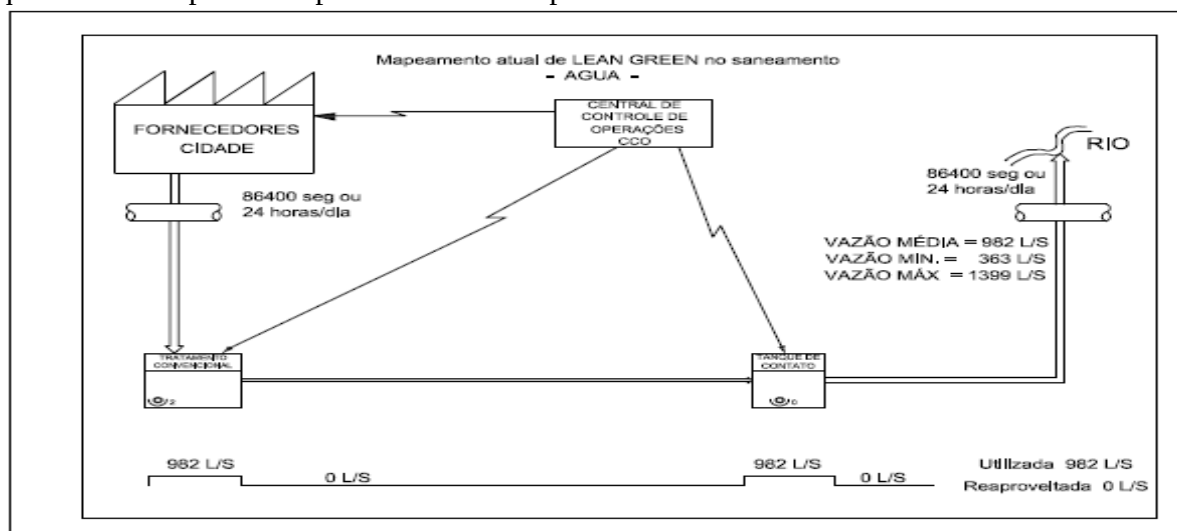


Figura 03- Mapeamento atual de LEAN GREEN no saneamento

Conforme lembrado na seção 1, Liker (2005) descreve que os desperdícios podem ser categorizados como: superprodução, espera, estoque desnecessário, defeitos, processamento inadequado, transporte excessivo e movimentação excessiva mas do ponto de vista da Manufatura *Leangreenn* não há superprodução, pois à medida que a população gera o esgoto, esse é recolhido e tratado recuperando a parte líquida; a movimentação ocorre por efeito gravitacional do efluente, pois a estação foi construída no ponto mais baixo da topologia da cidade; no quesito estoque desnecessário não existe nem por parte dos fornecedores, nem da parte do cliente, ou seja já são efetuadas as movimentações mais coerentes dentro da estação e os caminhos são os mais eficientes.

O processamento torna-se inadequado quando afetado apenas e tão somente da qualidade do esgoto a ser tratado, ou seja, por exemplo, se houver contaminação de gasolina ou diesel, ou até mesmo resíduos de empresas de galvanização, altera-se o pH do efluente o qual é reequilibrado pela injeção de soda cáustica, neutralizando os efeitos negativos no tratamento o qual afeta o desperdício com utilização com mais energia elétrica nas bombas. Finalmente no quesito movimentação e transporte excessivo, a passagem entre reatores é feita por tubulações, ou seja, invariáveis, na distância tendo apenas a variação no volume transferido, tendo uma taxa de utilização da área da tubulação, ou seja, tubo totalmente cheio, variando até totalmente vazio.

Surge a oportunidade e o desafio para melhorar o sistema utilizando o MFV ambiental, pois o MFV clássico pode ignorar as condições ambientais, como as matérias primas, poluição e outros resíduos ambientais na cadeia de valor, os fluxos de informação para as agências reguladoras ambientais. Sendo possível utilizar uma variedade de ferramentas e técnicas para melhorar os resultados ambientais com o MFV. Podemos utilizar ícones para identificar os processos com reais oportunidades, assim para identificar com os ícones devemos inicialmente vistoriar, avaliar cada parte do processo para verificar a possibilidade de resíduos ambientais, como por exemplo excesso de uso de energia elétrica, utilização de água no processo, utilização de polímeros, a geração de resíduos sólidos ou perigosos, os medidores de controle. Locais no processo que normalmente se encontram são operações de limpeza e preparação, soldas, processo de acabamento, pinturas, gestões de resíduos, fundições de metais e usinagem de metais.

Deve-se obter um registro dos materiais utilizados na estação e como cada material é recebido, manuseado, armazenado, usado, reutilizado e expurgado, o principal foco em seu

processo é conhecer a métrica ambiental a qual está sob análise, estipulando uma meta ambiental para ter como alvo. Confirmando as oportunidades de melhorias ambientais. Tomar ciência dos detalhes das entradas, saídas e os fluxos de informações nos quesito de energia, água, tendo com próximo passo o que realmente é necessário para as atividades, tendo assim custo evitado de ser utilizado. Quanto aos resíduos ambientais, o processo é o inverso, ou seja, tendo ciência de quanto é produzido e buscar alternativas para redução.

A ferramenta MFV, preconiza o mapa de estado futuro, o qual no MFV ambiental deverá ser com menos desperdícios. Assim o tendo como alvo final a geração de zero resíduos, não colocando nenhum risco a saúde humana ou ao meio ambiente.

O mapeamento é um processo lógico de investigação em detalhes de cada pequeno processo em um processo maior utilizando uma abordagem em camadas para examinar passo a passo dentro do processo, com a interação de equipes que trabalham no setor. As etapas comuns de mapeamento de fluxo ambiental incluem: 1. Selecionar um resíduo a ser investigado; 2. Coletar dados sobre o estado atual dos resíduos em toda planta; 3. Desenhar um estado atual mapa de fluxo de valor, identificando resíduos (não-valor acrescentado na atividade) no processo; 4. Fomentar novas idéias para diminuir a produção de resíduos, atender a demanda do cliente (tempo do ciclo), e nível de mix de produtos; 5. Desenhar um futuro mapa de fluxo de valor do estado, destacando metas para os esforços de melhoria de *Lean Green*; 6. Desenvolver um plano de implementação das propostas idealizadas.

Conforme citado, no processo de tratamento de esgoto, obtém-se os seguintes resíduos, o lodo, o biogás e o água de reuso. Nesse caso, a proposta se faz sobre a água de reuso, ou seja, o resíduo a ser investigado.

4.2 Mapeamento LEAN GREEN do estado Futuro

Temos uma vazão variável no período, variando de 450 a 1550 litros por segundo, totalizando o volume médio 1,08 m³/s totalizando cerca de 94.000 m³, em um intervalo temporal de 24 horas. Temos um total de 86.400 (60s x 60m x 24h) segundos para o tratamento. A proposta do mapeamento futuro *Lean Green* no saneamento, figura 4 é propor ações para o aproveitamento dos resíduos biológicos gerados pelo esgoto, minimizaremos custos com energia elétrica. Essa proposta será a utilização biorreatores com membranas anaeróbias no sistema. O quadro abaixo demonstra o Mapeamento futuro do *Lean Green* no saneamento.

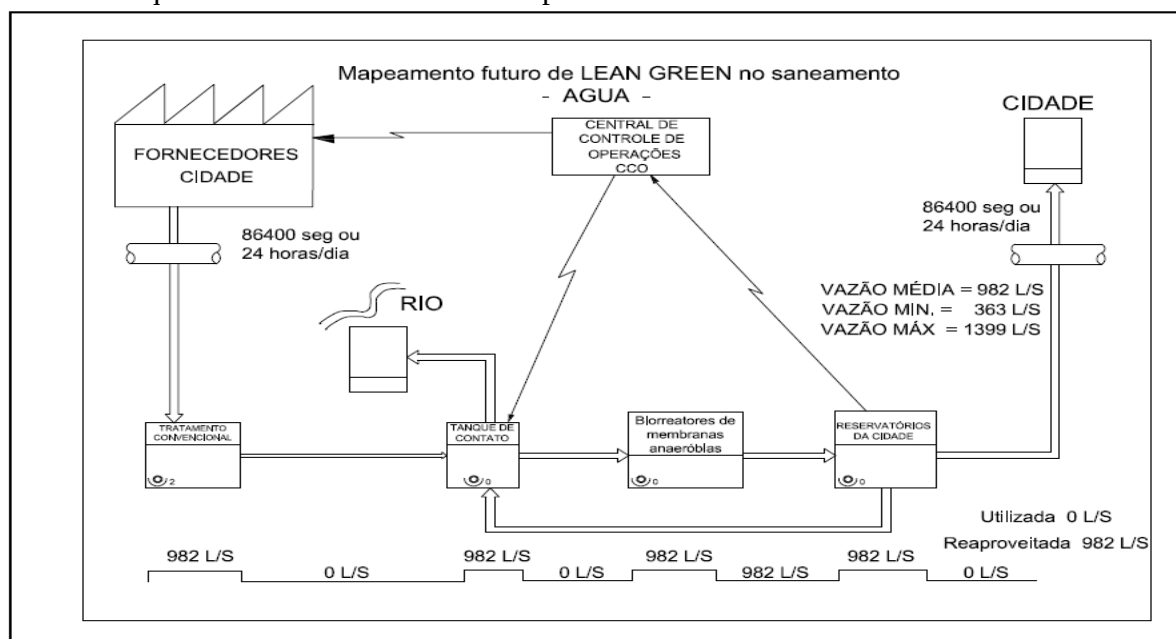


Figura 04 . Mapeamento futuro do *Lean Green* no saneamento

5. Resultados obtidos com o MAPAMENTO LEANGREEN

Após passo a passo estar seguindo para o resíduo água, é possível um reaproveitamento total, utilizando os biorreatores de membranas anaeróbias, pois essas são capazes de separar a parte líquida em um sistema de filtragem.

Dessa forma a ferramenta de mapeamento *Lean Green* permite uma visão *master* do processo, visualizando o desperdício que cada parte do processo produtivo e após uma análise estabelecer metas para o processo, inicialmente estabelecendo uma referência do estado atual, e apontando sistematicamente como, onde e qual a proposta para um processo de redução de desperdício do resíduo “água”, voltando a aplicação para a cidade.

Esta solução está em linha com o proposto por Sanchez (2000), que preconiza o uso de tecnologias ambientais que contribuem para garantir o melhor desempenho econômico, produtivo, ambiental e já demonstrado na seção 1.3 deste artigo.

6. Considerações Finais

O pensamento enxuto na gestão de produção é passivo de aplicação em diversos ramos de atividade produtiva, em todos os setores visam atender um aumento significativo da produtividade, esse ramo em específico tem fluxo contínuo já na construção do processo. O objetivo desse artigo somente foi ser atingido partindo da execução do mapeamento do fluxo de valor atual, sob ótica da manufatura *Lean Green* identificando os resíduos não que estavam sendo aproveitados adequadamente. Sugerindo uma melhora no ponto crítico aumentando sua capacidade de produção e sua provável solução para aproveitamento total da água.

Os desenhos do mapa atual permitem visualizar no dia-a-dia o grau de desperdício que ocorre durante o fluxo contínuo estabelecendo uma referência para a melhoria contínua no sentido de apontar o que reduzir, quem deve reduzir e como reduzir. Neste estudo, ações com o intuito de estabelecer práticas para o aproveitamento dos resíduos biológicos gerados pelo esgoto, minimizando custos com energia elétrica, através de soluções tecnológicas, como a utilização de biorreatores com membranas anaeróbias no sistema, visando à melhoria na qualidade do tratamento realizado no efluente. Essa visão com as melhorias projetadas deve ser expressa no Mapa Futuro (fig.03).

A aplicação das ferramentas de mapeamento do fluxo de valor ambiental, neste artigo através de um estudo de caso, permitiu comprovar o benefício da utilização do conjunto dos mapas para visualizar medidas mais concretas e sistêmicas de uso mais eficiente dos recursos, e criação de mais valor para toda a cadeia e a sociedade. Corroborando com o valor do cliente deste tipo de serviço, neste caso, clientes de uma prestadora de serviço público. A aplicação do mapeamento do fluxo de valor ambiental, ao contrário de outras ferramentas de Gestão Ambiental, permite enxergar as perdas econômicas e sociais associadas ao processo de produção de um ponto de vista do seu fluxo. Trata-se de uma ação que agrega valor ao cliente que demanda ações sustentáveis, principalmente quando se trata do recurso água, o mercado exige medidas mais eficientes na redução da ativação e uso. Assim, evidencia-se através deste estudo que o uso de mapas e tecnologias ambientais na perspectiva *lean* são soluções que contribuem para essa discussão em busca da criação de valor para o cliente, neste caso, o planeta Terra.

Pensando em um artigo futuro, seria interessante verificar os demais resíduos, como poderiam ser tratados e utilizados para melhoria do ambiente e gerando retorno financeiro.

Referências:

AHERNE J., & WHELTON, J. Applying *Lean* in Healthcare: A collection of International Case Studies . New York, NY: Productivity Press 2010.

ALVARES, P.J.J.; BRAME J.; LI Q.; QU X. Nanotechnology for a Safe and Sustainable Water Supply: Enabling Integrated Water Treatment and Reuse.

COELHO, A.; ERDMANN, R.; VAN BELLEN, H.; SCHULZ, A.; COELHO, C. A Complexidade da Gestão de Produção: um enfoque gestão ambiental. In: EnANPAD, 32., 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2008. 1 CD-ROM.

DENNIS, P. Produção *lean* simplificada. 2ª Ed., Porto Alegre, Brasil: Bookman, 2008.

DORIGUEL, F. *Lean and Green?* Uma análise das potenciais contribuições da manufatura enxuta para a gestão ambiental em uma empresa do setor de montagem hidráulica (2012) <http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/134>;

ELIAS, S.; MAGALHÃES, L. Contribuição da produção enxuta para a obtenção da produção mais limpa. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: XXIII ENEGEP, 2003.

EPA – USA – The *Lean* and Environment Toolkit, - Improve Environmental Results, - Reduce Business Cost and Risk, - Identify and Eliminate Waste, EPA -100 K 06-003, October, 2007 Disponível em: www.epa.gov/lean;

GATI, A.S.; SILVA, E.; TORRES A.S.J. *Lean&Green* Mapeamento Ambiental dos Processos de Produção. FEA-USP;

GREINER, A.D.; GUEST, J.S.; HONG P.Y. ; KHUNJAR W.O.; SHOENER B.D.; ZHONG C. Projeto biorreatores de membrana anaeróbias com vista à realização de fluxos de resíduos de carbono diluídos. Energy & Environmental Science, 2016 <http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/ee/c5ee03715h>

LIKER, J. K. O Modelo Toyota. 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre, Brasil: Bookman, 2005.

PRATES, C. ; BANDEIRA, D. L. Aumento de eficiência por meio do mapeamento de fluxo de produção e aplicação do índice de rendimento operacional global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. G & P, São Carlos, v8, n.4, p 705 - 718, 2011.

QUEIROZ, J.; RENTES, A. F., ARAUJO, C. A. C. Transformação enxuta: aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma situação real. Anais do XXIV ENEGEP, Florianópolis, 2004.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar. São Paulo, Brasil: Lean Institute, 2003.

SALGADO, E. G. et. al. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. Gest. Prod. v.16, n.3, pp. 344-356. ISSN 0104-530, 2009.

SANCHES, Carmen Silvia. Gestão ambiental proativa. **Rev. adm. empresa.**, São Paulo , v. 40, n.1, p. 76-87, Mar. 2000 .
Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902000000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902000000100009&lng=en&nrm=iso)&lng=en&nrm=iso>. acesso 04 July 2016.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902000000100009>.

SAURIN, T.; RIBEIRO, J.; MARODIN, G. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do Exterior. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.

SHIVER, J. M., & EITEL, D. Optimizing emergency department throughput: Operations management solutions for health care decision makers. Boca Raton, FL. CRC Press, 2010.

VEIGA, C. H. A.; CERESA, D. Mapeamento do fluxo de valor do desenvolvimento de mostruários: uma investigação em uma indústria de confecções, Redige, 2013

WEI, C., QI, L., HAISHAN, Z. Value stream mapping for *lean* manufacturing implementation. 56f.– Worcester Polytechnic Institute, Worcester –EUA, 2007

WOMACK, J.; JONES D. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier, 2004.

TURRIONE, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: UNIFEI, 2012.

JAMES-MOORE, S. M.; GIBBONS, A. Is *lean* manufacture universally relevant? An investigate methodology. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 17, n. 9, p. 899-911, 1997.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: *Lean* Institute Brasil, 2012.

SHAAH, R.; WARD, P. T. (2003). *Lean* manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. doi: 10.1016/S0272-6963(02)00108-0.

UNIDO, United Nations Industrial Development Organization – Resource Efficient and Cleaner Production (RECP), 2002. Disponível em <http://www.unido.org/index.php?id=o5151>

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.