Sustentabilidade no Processo de Recepção da Cana de Açúcar em Usina Sucroalcooleira

GONÇALES FILHO, M. [a]; BARROS, M. J.[a]; CAMPOS, F. C. [a]

a. Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo.

**Corresponding author: manoelgoncalesfilho@gmail.com*

Resumo

Este trabalho identificou as lacunas dos segmentos das indústrias com as maiores oportunidades de aplicação do Pensamento Enxuto (PE), de modo que se pôde aprofundar esta oportunidade, efetivamente, pelo segmento sucroalcooleiro, que está incluso entre os que utilizam intensivamente a água para o desenvolvimento das suas atividades, apoia-se largamente no uso dos recursos hídricos, sendo necessário que a gestão das agroindústrias insira o tema em suas prioridades estratégicas corporativas. Este artigo abordou o processo produtivo da usina e a atenção volta-se ao procedimento de limpeza da cana no recebimento desta matéria prima, e a palha, se for separada na recepção, possivelmente poderá ser utilizada como fonte energética e, uma vez separada, poderá também melhorar o rendimento do processo produtivo. Nesse sentido, a procura por alternativas que eliminem desperdícios nas fábricas tem importância estratégica, e reutilizar água residuária ou substituí-la por outra opção de limpeza da cana passa a ser uma exigência para o desenvolvimento de um negócio sustentável. O método de pesquisa utilizado partiu de uma revisão bibliográfica exploratória para o levantamento dos principais conceitos da produção enxuta de modo a propiciar o embasamento necessário para a implementação do Pensamento Enxuto para que elimine desperdícios. Para a aplicabilidade foi realizado um estudo de múltiplos casos. A contribuição do trabalho está em apontar que a integração da Manufatura Enxuta com a Manufatura Verde é um caminho de sucesso para as empresas, e analisar por meio de estudos comparativos, os procedimentos adotados no sistema produtivo que possivelmente poderão indicar soluções econômicas viáveis de forma a sustentar ganhos ambientais e sociais.

***Palavras-chave**: Produção sustentável, Manufatura Enxuta, Usina sucroalcooleira.*

1. INTRODUÇÃO

Em relação à produção nacional de cana de açúcar, o Estado de São Paulo historicamente lidera o ranking, produz-se aproximadamente 330 milhões de toneladas, isso representa 56% de toda a cana produzida no país (IEA, 2013). Para atingir essa produção, o setor canavieiro está entre os setores de uso intensivo da água para o desenvolvimento das suas atividades, estima-se que o setor seja responsável por 23% da demanda por água no Estado de São Paulo (ELIA NETO, SHINTAKU, 2009). Ainda segundo os mesmos autores, esta matriz produtiva brasileira se apoia largamente no uso dos recursos hídricos e por isso é necessário que a gestão deste recurso esteja inserida entre as prioridades nacionais.

A procura por alternativas que eliminem desperdícios de água nas fábricas é grande e reutilizar águas residuárias ou substituir a água por outra opção de lavagem a seco resolve dois problemas: (i) reduz o consumo de água fresca e (ii) o descarte de efluentes que foram utilizados na limpeza da cana de açúcar e que estão impróprios ao meio ambiente, seja nos mananciais ou na irrigação das lavouras (PAQUES, 2014).

Conforme Elia Neto e Shintaku (2009) uma usina de açúcar e álcool consome 22,16 m³ de água por tonelada de cana processada. Ainda segundo os mesmo autores, na etapa de recebimento da cana, verifica-se que o maior consumo está na lavagem da cana por meio de água que representa 9,9% do uso.

Portanto, a economia de água poderá reverter em ganhos econômicos e se tornar sustentável pela redução dos custos inerentes as melhorias no processo de produção, e pela preservação de recursos naturais finitos numa época de crise hídrica em que se vive, ou ainda fomentada pela responsabilidade social por parte das empresas.

Assim, este artigo tem por objetivo relacionar aspectos da filosofia do Pensamento Enxuto (PE) e das ferramentas enxutas utilizadas na Manufatura Enxuta (ME) para contribuir na melhoria desse processo de recepção de cana. A atenção volta-se à lavagem da cana que é feita por meio de água doce e a palha que se for separada possivelmente poderá ser utilizada como fonte energética e melhorar o rendimento do processo.

1.1.Manufatura Enxuta

Segundo, Womack e Jones (1998), a Manufatura Enxuta (ME) é considerada enxuta porque é uma metodologia aplicada ao processo de produção que busca fazer cada vez mais utilizando cada vez menos recursos, ou seja, menos esforço humano, menos tempo, menos movimentação e menos espaço, eliminando, assim, desperdícios, diminuindo a geração de resíduos e aumentando os benefícios para a corporação por meio de atividades que apenas agreguem valor ao produto final, com foco nos clientes, para ofertar exatamente o que eles desejam.

Nesse sentido, a Pensamento Enxuto (PE) pode ser definida como uma filosofia ou uma estratégia, que depende de um conjunto de práticas que visam minimizar defeitos, como estoques extras, uso excessivo de recursos naturais, entre outros, desperdícios de uma forma geral a fim de melhorar o desempenho das organizações (NASAB, BIOKI, ZARE, 2012).

A aplicação da Manufatura Enxuta (ME) pode trazer diversos resultados para a empresa em termos de produtividade e otimização na utilização dos recursos naturais disponíveis. Dentre esses fatores, pode haver uma relação estreita da ME com o meio ambiente na busca de um menor impacto ambiental. Assim, do ponto de vista *Lean*, tais ineficiências de recursos devem ser minimizadas, pois não contribuem para o valor agregado ao produto ou serviço.

1.2.Indústria sucroalcooleira

Em visitas as usinas no interior do Estado de São Paulo, notou-se o processo produtivo da usina sucroalcooleira apesar de tratar-se de um processo conhecido, possui atividade complexa, que se compõe de um setor agrícola e de um setor industrial, dividido, normalmente, em fábrica de açúcar e destilaria de álcool apresentada pela Figura 1.

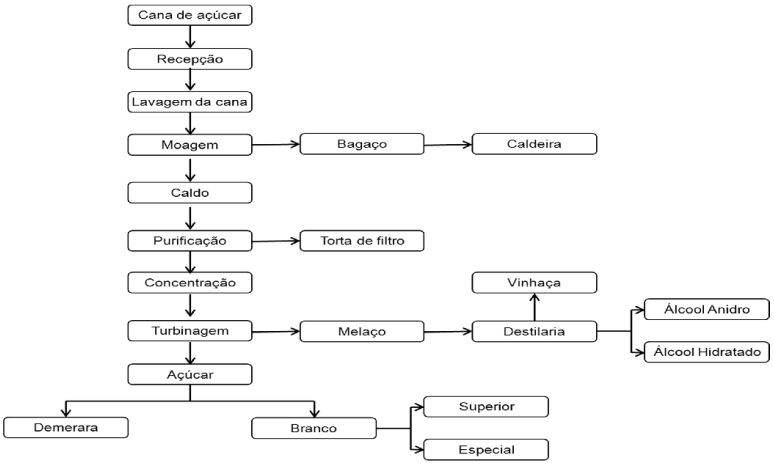

Figura 1: Processos simplificados de uma usina de açúcar e álcool (Fonte: Elaborado pelo autor)

O complexo está diretamente ligado à ocupação das terras para a produção da matéria prima e a utilização de recursos naturais, como água dos rios nas proximidades de suas instalações para a limpeza da cana e para o processo produtivo.

A usina é altamente dependente de recursos naturais e essa dependência mostra que o gerenciamento dos recursos ambientais envolvidos deve ser tratado como de importância estratégica pelas empresas, uma vez que o esgotamento ambiental é um fator relevante na limitação da capacidade produtiva. Nesse sentido, Cortez e Magalhães (1992) relatam que as agroindústrias não encontraram soluções econômicas viáveis e depositam materiais na natureza por grande parte destas empresas.

A primeira etapa do processo produtivo é a atividade de lavagem, busca-se minimizar as impurezas minerais e vegetais que estão impregnadas à matéria prima durante o cultivo da sua produção. Tradicionalmente, executa-se a lavagem com jatos de água antecedendo os ternos de moenda, ou seja, o início do processo produtivo na etapa recepção da cana.

Nesse sentido, Rodrigues, Rebelato, Paixão e Zeviani (2014) relatam que a limpeza é realizada a partir da lavagem com água ou a seco. Ainda segundo os mesmo autores, o processo de lavagem com água gera o chamado efluente de lavagem da cana, cuja composição se constitui de água, terra e palha.

Piacente (2005) relata que a operação de extração do caldo consiste em um sistema contínuo em que a cana picada e desfibrada passa por conjuntos de moendas denominados ternos, nesses conjuntos a cana é espremida entre três rolos ou cilindros e o caldo escoa por meio de ranhuras até outro recipiente. Ainda segundo o mesmo autor, em cada uma dessas etapas de extração o bagaço processado sofre um embebidamento com água a fim de facilitar a diluição do caldo remanescente e possibilitar uma melhor extração.

Em síntese, utiliza-se de recursos naturais, principalmente água, que antecedem a manufatura, na recepção da cana (lavagem da cana) e durante o processo de transformação da cana de açúcar (processo produtivo).

A cana de açúcar segue para os ternos de moenda e a palha pode ser separada ainda na recepção, para que possa ser reaproveitada como adubo na agricultura, ou queimada na caldeira para gerar energia no processo chamado de cogeração.

A cana é descarregada diretamente nas mesas alimentadoras (mesa 45º) e, conforme Elia Neto e Shintaku (2009) se estiver picada a mesma não é lavada com água para que o teor de sacarose não seja alterado, neste caso, para que as impurezas sejam retiradas pode ser utilizado um sistema de limpeza a seco. Ainda segundo o mesmo autor, o impacto da lavagem da cana por meio de água pode diminuir por conta da limpeza a seco, esta nova possibilidade tecnológica do setor pode eliminar o uso da água.

Nesse sentido, pode-se agir no tipo de equipamento, no processo ou ainda simplesmente na cultura da empresa e de seus funcionários, na busca pela produção sem abrir mão da proteção ao meio ambiente.

O equipamento mesa alimentadora 45º é isolada por meio de chaparia com os ventiladores (sopradores) instalados para a separação da palha e de outras impurezas. Possui câmara de separação e transportadores para a cana, palha e terra.

A cana, posteriormente a limpeza a seco, vai para um sistema de separação, tal sistema trata-se de uma segunda mesa com discos que são acionados quando os eixos são movimentados por motos redutores. A cana pode ser tanto inteira quanto picada, queimada ou não. Esta matéria prima é descarregada sobre estes discos e sofre a separação de matéria estranha ao passar entre os discos, ou seja, palha, pedra e terra são separadas da cana e tomam caminhos distintos.

Depois da palha separada pelo sistema de limpeza a seco, passa pelo picador para que seja mais bem aproveitada quando queimada na caldeira, ou seja, a palha picada se torna mais inflamável e gera mais energia.

A Tabela 1 apresenta uma síntese das motivações, implicações e vantagens no processo produtivo por meio da comparação entre ambos os sistemas de limpeza.

Tabela 1: Síntese comparativa entre limpeza tradicional e a seco.

Sistema	Motivações, implicações e vantagens no processo
Limpeza tradicional (uso da água)	A lavagem com água apenas limpa a terra, insetos, folhas, entre outros;
	A lavagem com água não separa a palha da cana;
	Cada tonelada de palha que entra no processo produtivo é uma tonelada a menos de cana moida;
	Diminuição gradativa da colheita manual;
	Redução das queimadas;
	A água pós lavagem da cana possui potencial poluidor e se descartada na agricultura sem tratamento adequado pode atingir lençóis freáticos;
	Obrigação em instalar Estação de Tratamento dessas Águas (ETA) antes do seu descarte em rios da região e/ou na agricultura;
Limpeza a seco (não utilização da água)	Aumento da colheita mecanizada;
	Colheita mecanizada tem a opção apenas da cana picada;
	Cana picada não é lavada com água para que o teor de sacarose não seja alterado, ou seja, perda de açúcar;
	Colheita mecanizada traz a palha agregada ;
	Elimina materiais indesejados como palha, terra, folhas e pedras o que pode impactar na produtividade dos equipamentos e na minimização do desgaste (ternos de moenda);
	A palha é separada e pode ser aproveitada para fins energéticos;
	Aproveitamento da palha como adubo no próprio solo da atual colheita;
	Remoção das impurezas minerais e vegetais também da palha separada;
	A carga microbiana natural existente na sua superfície pode ser prejudicial, e a não realização desta limpeza acarretaria a presença de microrganismos que acabariam por diminuir a eficiência da etapa de fermentação;
	Elimina o consumo de água na limpeza da cana;
	As medidas ambientais ligadas ao consumo de água;
	Reduz o descarte de efluentes que estão impróprios ao meio ambiente;
	Se a limpeza não fosse feita por meio de água doce, se economizaria aproximadamente 2.200 litros por tonelada de cana processada;
	Melhora o rendimento do processo produtivo;
	Necessidade de implantação de sistemas de gerenciamento e investimentos em equipamentos: (i) mesa alimentadora 45º, (ii) esteira metálica, (iii) transportadores de cana (correia), (iv) ventiladores (sopradores), (v) peneiras de separação de palha, terra e pedra, (vi) transportadores de palha, (vii) transportadores de terra e pedra, (viii) picador de palha e (ix) transportadores de palha picada para a caldeira;
	Redução no nível de perdas;

Fonte: Elaborado pelo autor.

A lavagem da cana por meio de água, apenas limpa a cana das impurezas, portanto, não a separa da palha, palha esta que poderia estar sendo reaproveitada para a geração de energia.

Conforme Rodrigues, Rebelato, Paixão e Zeviani (2014) o efluente de lavagem da cana na recepção do processo é um resíduo que se caracteriza por apresentar alta demanda bioquímica de oxigênio e que dentre as destinações mais usuais estão: (i) fertirrigação (irrigação da cana de açúcar), (ii) recirculação (no processo produtivo) e, (iii) lançamento em corpos d´água após tratamento em lagoas de decantação e de estabilização.

Segundo Omena, Callado, Pedrosa, Pimentel, Menezes, Torquato Jr, Lopes, Silva (2004) a cana retirada do canavial pode carregar consigo grandes quantidades de matéria estranha, chegando a atingir 10% do peso da matéria prima, que contribuirá para produzir açúcar de baixa qualidade e que podem acarretar problemas para a clarificação do caldo.

Nesse sentido, a limpeza a seco pode eliminar essas impurezas e contribuir para a diminuição da manutenção dos equipamentos, visto que a palha, por não entrar no processo produtivo, melhora a produtividade, não "rouba" açúcar do caldo após a moagem e reduz o desgaste dos equipamentos.

Portanto, se retirar as impurezas da matéria prima por meio da limpeza a seco, pode-se melhorar o rendimento dos equipamentos, a produtividade do processo, e contribuir com o meio ambiente e a sustentabilidade.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

O método de pesquisa utilizado partiu de uma revisão bibliográfica exploratória para o levantamento dos principais conceitos de produção enxuta de modo a propiciar o embasamento necessário para implantação do Pensamento Enxuto (PE) para que elimine desperdícios. Para a aplicabilidade foi realizado um estudo de múltiplos casos em quatro empresas no interior do Estado de São Paulo, caracterizadas em empresas A, B, C e D.

A pesquisa é metodológica e bibliográfica que conforme Prodanov e Freitas (2013) trata-se de uma revisão concebida a partir de materiais já publicados e exploratória por proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre ele.

Esta pesquisa partiu de dados gerados pela consulta ao Portal de Periódicos da Capes. Encontrou-se 18.529 artigos disponíveis. Em continuidade à seleção, foram refinadas as palavras chave para aproximar os conteúdos dos artigos ao tema a ser desenvolvido conforme se apresentado na Figura 2 abaixo.

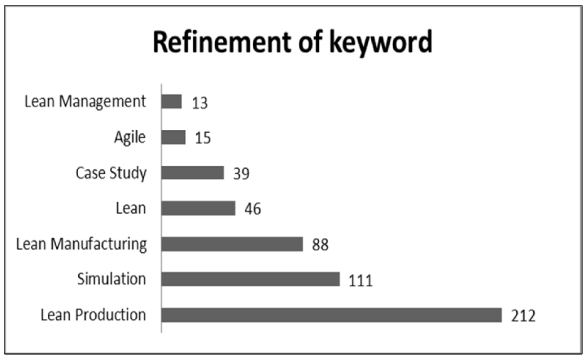

Figura 2 – Quantidade de tópicos selecionados para a área em estudo (Fonte: Elaborado pelo autor)

Encontraram-se 212 artigos com o tópico *Lean Production* que representa uma participação de 40% do total selecionado. Pode-se notar que a segunda participação mais significativa foi o tópico *Simulation* com 21% e um total de 111 artigos, seguido pelo tópico *Lean manufacturing* com 88 periódicos. Para os tópicos *Lean*, Case *Study, Agile e Lean Management* encontraram-se 113 artigos.

Após o filtro dado a temporalidade, apuraram-se os segmentos das indústrias mais exploradas pela metodologia do Pensamento Enxuto (PE) que está apresentada na Figura 3.

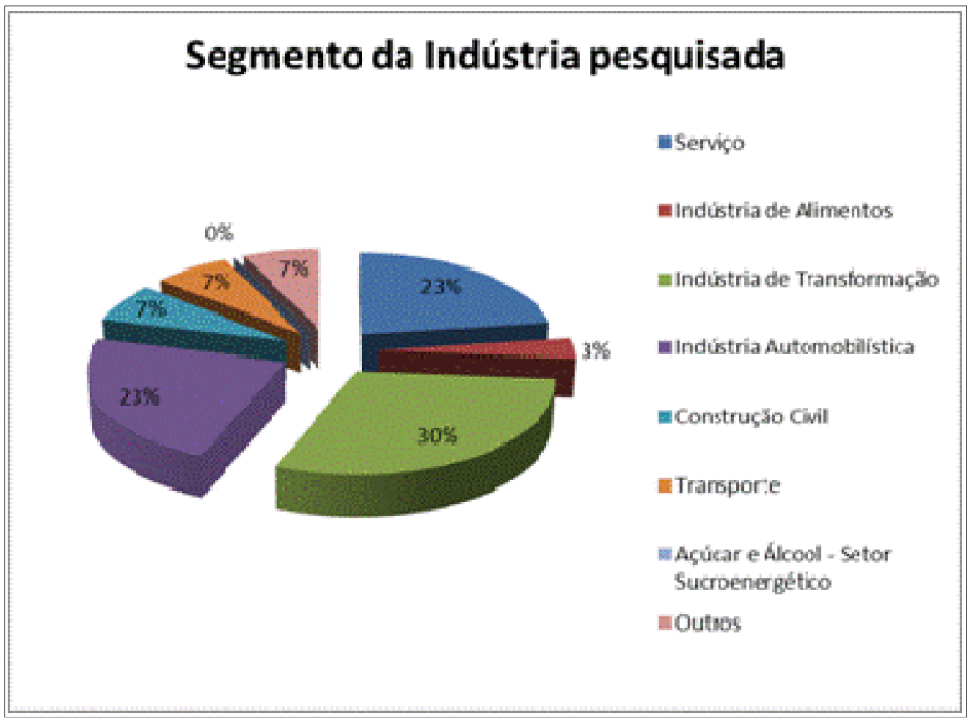

Figura 3 – Segmento de atuação das Indústrias pesquisadas nos periódicos (Fonte: Elaborado pelo autor).

Observa-se que a Indústria de Transformação tem a maior participação com 30% totalizando 17 artigos desenvolvidos nesse segmento, o ramo Automobilístico e a de Serviços tem a mesma participação, ambas com 23% e 13 artigos cada uma. A Construção Civil e Transporte também empatam com quatro publicações, e estão cada uma em 7% das publicações, já a Indústria de Alimentos estão em dois artigos e não existem trabalhos científicos para a Indústria de Açúcar e Álcool do segmento sucroalcooleiro. Outros segmentos encontrados possuem quatro publicações. Portanto, os artigos disponíveis, pesquisados e filtrados pelo Portal CAPES, pouco abordam as Indústrias de Alimentos e tampouco a Indústria de Açúcar e Álcool do setor sucroalcooleiro.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Uma vez identificado à lacuna do segmento menos explorado pelo Pensamento Enxuto (PE), realizou-se uma aplicação prática neste setor. Foram trabalhados múltiplos casos de consumo da água em quatro empresas no interior do Estado de São Paulo e analisou-se a limpeza da cana e o aproveitamento da palha para geração de energia, consideradas no recebimento desta matéria prima.

Constatou-se por todas as empresas (Empresas: A, B, C e D) participantes desta pesquisa, que as impurezas: terra, palha e pedras entram no processo produtivo após a recepção da cana. Foi unânime o reconhecimento de que as impurezas entrando no processo produtivo é um problema e que afetam o rendimento dos ternos de moenda, assim como é acelerado o desgaste dos equipamentos. Todas as empresas reconhecem a possibilidade de separação da palha da cana e de transportá-la até a caldeira.

Das quatro empresas pesquisadas, apenas uma delas, a empresa B, não limpa a cana por meio de água antes de iniciar a moagem, ou seja, a matéria prima entra com todas as impurezas, palha, pedra, terra, etc., no seu processo produtivo e reconhecem que a quantidade de palha que entra no processo é grande.

O consumo de água para a limpeza da cana na recepção das usinas existe apenas para as empresas A, C e D. Entretanto, há o reconhecimento de que este recurso natural precisa ser tratado, e é tratado antes de ser devolvido à natureza por todas as empresas com exceção da empresa B, por não limpar a cana no recebimento.

Os respondentes relataram que quando se limpa a cana a seco não se usa nada de água. As empresas A, C e D respondem que existem as possibilidades de instalações dos equipamentos para a limpeza a seco, e pretendem analisar sua viabilidade econômica financeira, sendo que a empresa B, não vê a possibilidade desta aplicação em razão dos altos investimentos.

As empresas destinam a água utilizada na lavagem da cana para o lago de decantação. Esta água depois de decantada volta para a lavagem da cana na recepção do processo fabril em 75% das empresas, e em outras (50%) também destinam à agricultura.

A empresa "A" e "D" reutiliza a água na lavagem da cana mais de cinco vezes, e a empresa "C" duas vezes. Notou-se que a água é tratada durante todo o tempo do seu uso e reuso, ou seja, durante todo o período de safra ela recebe cal para aumentar a sua oxigenação, é decantada no lago, e reutilizada na limpeza da cana.

Quando do término da safra, período de entre safra, toda a água que está no processo de limpeza, e o lodo que está no fundo do lago, são descartados na agricultura como adubo orgânico, isso porque não poderia ser direcionados aos rios por estarem carregados de cal. Entretanto, esta prática pode atingir lençóis freáticos e dessa forma alcançar os rios.

Essa evidência também foi percebida no trabalho de Omena, Callado, Pedrosa, Pimentel, Menezes, Torquato Jr, Lopes, Silva (2004) quando observado a adição de leite de cal para fazer a correção do pH da água. Ainda segundo os mesmos autores, as água proveniente da lavagem da cana possui grande potencial poluidor, além do cal, estão constituídas de terra, nutrientes, açúcares, microrganismos e outras impurezas, que diminuem a oxigenação da água.

Algumas informações foram agrupadas para provocar comparação entre os sistemas adotados pelas empresas, e para ser possível uma melhor análise das oportunidades. Na Tabela 2 estão consolidados os ganhos comparativos entre ambos os sistemas.

Tabela 2: Ganhos comparativos e análise das oportunidades.

Limpeza com água	Limpeza a seco
O resíduo pode ser considerado como um desperdício;	Reduz o consumo de água em um momento de crise hídrica nacional e mundial;
Gastos com bombeamento das águas para o sistema de limpeza	Reduz descarte de efluentes que estão impróprios ao meio ambiente, seja nos mananciais ou na irrigação das lavouras;
Alta dependência de recursos naturais;	A economia de água e a eliminação de desperdícios podem reverter em ganhos econômicos;
Ineficiência no aproveitamento dos resíduos para fins energéticos;	Sustentabilidade pela redução dos custos inerentes as melhorias no processo de produção;
Perda de açúcar na limpeza da cana;	A palha é separada na recepção para que possa ser reaproveitada como adubo na agricultura ou queimada na caldeira para gerar energia;
Gastos com Estação de Tratamento de Água (ETA) antes da reutilização ou descarte em rios da região e/ou na agricultura e durante o processo;	Não se perde açúcar na limpeza da cana;
Água descartada no fim da safra. As agroindústrias não encontraram soluções econômicas viáveis e se deposita o material na natureza por grande parte destas empresas.	Melhora a competitividade e a produtividade, e reduz o desgaste dos equipamentos por não entrar palha no processo (moendas).

Fonte: Elaborado pelo autor.

As empresas que utilizam a água para a limpeza da cana coletam-nas nos rios e tanques da região, e após o tratamento dessa água, reusa-se na própria limpeza desta matéria prima. Notou-se que durante a limpeza a água é evaporada fazendo-se necessário a coleta constante.

Finalmente, pesquisaram-se os dados econômicos partindo do faturamento da empresa, para que se pudessem aplicar as ferramentas de análise da viabilidade econômica e financeira, de forma a facilitar a tomada de decisão frente aos investimentos necessários, e assim poder promover as alterações no procedimento de lavagem da cana: de molhado para seco.

Consolidaram-se os resultados para uma projeção de quatro anos, e utilizando um dos relatórios da Contabilidade, apuraram-se os retornos do capital investido com base no Fluxo de Caixa Operacional (FCO). A depreciação, inicialmente, é descontada para que se possa pagar menos Imposto de Renda (IR), e depois ela volta, ou seja, é adicionada ao Lucro Líquido (LL) por se tratar de uma despesa "não caixa" e assim encontrar o Fluxo de Caixa Operacional (FCO) apresentado pelo gráfico da Figura 4.

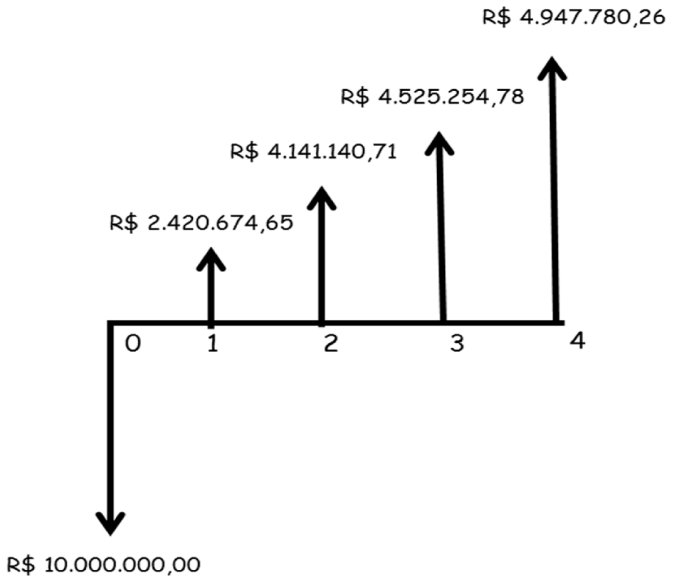

Figura 4: Fluxo de Caixa Operacional – FCO (Fonte: Elaborado pelo autor)

Uma vez encontrado o FCO pode-se aplicar a técnica do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa interna de Retorno (TIR). A empresa informou que os investimentos necessários estão na ordem de 10 milhões de reais e que sua Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é de 1,2% ao mês. Sabendo que a DRE apresenta resultados no final do exercício fiscal (anual), foi necessário transformar a TMA mensal em taxa equivalente composta anual. Se a TIR for maior do que a TMA, se aceita o investimento.

No exemplo temos uma TIR de 19,517% e uma TMA de 15,389%, portanto, TIR maior que a TMA se aceita investir no novo empreendimento. A rentabilidade desse investimento equivale a 4,128% ao ano, que é a diferença da TIR com a TMA. Isso se comprova quando observamos um VPL positivo de R$ 944.450,75.

4. CONCLUSÕES

Muitas organizações encontram-se diante do aumento da pressão dos *stakeholders* para fazer negócios de uma maneira ambientalmente responsável. Notou-se que um ambiente *"Lean"* trás a luz e serve como um catalisador para facilitar a implementação *"Green"*, pois ambas as metodologias apontam para a redução dos excessos da produção e de consumo de recursos naturais como uma vertente necessária e vital para a proteção do meio ambiente.

Contatou-se que a integração de práticas *"Lean"* e *"Green"* (LGn) direciona a empresa para um crescimento e desenvolvimento de forma sustentável, trazendo sinergia e benefícios as organizações. Portanto, com a adoção da Manufatura Enxuta (ME) e a filosofia do Pensamento Enxuto (PE) foi possível reduzir os desperdícios de água (recurso natural), e promover melhorias no processo de fabricação da empresa, maximizando sua produtividade.

O Pensamento Enxuto (PE) contribuiu para reduzir o uso excessivo da água na lavagem da cana. Em síntese, os resultados dos investimentos necessários para limpeza a seco são positivos e está na ordem de 4,128% ao ano. Houveram ganhos ambientais pela substituição da limpeza com água, pela limpeza a seco, e sociais pela contribuição para com a humanidade numa época de escassez de recursos hídricos em que se vive.

Como contribuições futuras, espera-se que a partir deste trabalho, novas pesquisas sejam realizadas levando em consideração o processo produtivo como um todo e não apenas a etapa de recepção da cana.

5. REFERÊNCIAS

CAPES; disponível em: http://qualis.capes.gov.br/webqualis/principal.seam - acesso em 15/04/2014.

CORTEZ, L. & MAGALHÃES, P. 1992. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. IN: Revista Brasileira de Energia, Vol.2, nº. 2.

ELIA NETO, A; SHINTAKU. 2009. Usos e reusos de água e geração de efluentes. Manual de Conservação e reúso de água na Agroindústria Sucroenergética. Agência Nacional de Águas; Federação das Indústrias do estado de São Paulo; União da Indústria da cana de açúcar; Centro de Tecnologia Canavieira.Cap. 5, p. 69 – 176. Brasília.

IEA. INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA AGRICULTURA. Anuário IEA, 2009-2012. Disponível em: http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/anuario.php. Acesso em: 10/07/2013.

NASAB, H. H.; BIOKI. T. A.; ZARE, H. K. 2012. Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing. Journal of Cleaner Production, Vol.29-30, pp.73-81.

OMENA, S. P. F.; CALLADO, N. H.; PEDROSA, V. A.; PIMENTEL, I. M. C.; MENEZES, A. C.; TORQUATO JR, H.; LOPES, J.C.; SILVA, J.B. Melhoria da qualidade ambiental, por meio da recirculação de água de lavagem da cana na indústria sucro-alcooleira. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste 30 de novembro a 3 de dezembro de 2004.

PAQUES. Disponível em: http://br.paques.nl/aplicaces/other/reutilizaco-da-agua. Acesso em 04/11/2014.

PIACENTE F. J. 2005. Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Instituto de Economia. Programa de pós-graduação em desenvolvimento econômico. Dissertação de mestrado.

PRODANOV C. C., FREITAS E. C. 2013. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa – 2ª edição, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul – ASPEUR Universidade Feevale.

RODRIGUES A. M., REBELATO M. G., PAIXÃO R. B. S., ZEVIANI C. H. 2014. Gestão ambiental no setor sucroenergético: uma análise comparativa. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.14, n. 4, p. 1481-1510, out./dez.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. 1998. Lean Thinking: Banish Waste and Creat the Wealth in Your Corporation. New York: Simon and Schuster, p.165-208.