

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



Atena
Editora
Ano 2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Sustentabilidade: abordagem científica e de inovação tecnológica 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade: abordagem científica e de inovação tecnológica 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0671-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.716221909>

1. Sustentabilidade. 2. Inovação tecnológica. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 302.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book: “Sustentabilidade: Abordagem científica e de inovação tecnológica 2” é constituído por quatro capítulos de livros que procuraram investigar, sob diferentes abordagens, a relação do homem com meio ambiente e as inúmeras possibilidades de agregar valor a matéria-prima tanto de origem vegetal, quanto animal.

O primeiro capítulo pretendeu-se avaliar o efeito de extratos provenientes de folhas de sibipiruna e braquiaria, na germinação e crescimento da alface. Os autores constaram que o extrato obtido a partir das espécies de plantas investigadas apresenta aleloquímicos capazes de proporcionar a redução no processo germinativo da alface.

O capítulo 2 investigou o desenvolvimento de metodologias mais sustentáveis que proporcionam a redução do uso de plásticos para o desenvolvimento de filmes a serem utilizados em embalagens que acondicionam alimentos. Os pesquisadores utilizaram um isolado protéico a partir do peixe Tilápia que foi submetido a inúmeras análises e resultou na produção de um filme capaz de ser utilizado em embalagens.





O terceiro capítulo se propôs a desenvolver uma metodologia de produção mais limpa (P+L) associadas às diferentes ferramentas *lean* em um processo de produção de farinha de milho. A partir da implementação da metodologia proposta pelos autores, houve uma conversão de 19% do resíduo e um aumento de 29% no faturamento mensal e com um retorno do investimento em até 1 ano e um mês.

Por fim, o último capítulo avaliou e comparou a capacidade adsorptiva de sementes da *Moringa oleifera* com argila na remoção dos íons metálicos de cobre (Cu^{2+}), cromo (Cr^{2+}), chumbo (Pb^{2+}) e cádmio (Cd^{2+}) em matrizes aquosas apresentando uma eficiência de remoção acima de 50%.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados no site da Editora e em outras plataformas digitais com acesso gratuito.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EFEITOS DE EXTRATOS DE CAPIM BRAQUIÁRIA E SIBIPIRUNA NO CRESCIMENTO INICIAL DE HORTALIÇAS	
Paulo Alfredo Feitoza Böhm	
Franciele Mara Lucca Zanardo Böhm	
Rafael Mestrinheire Hungaro	
Andressa Mirela Canaver de Souza	
Cinthia Martins Corbetta	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219091	
CAPÍTULO 2	9
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE ISOLADO PROTEICO DE TILÁPIA COM ADIÇÃO DE NANOARGILA	
Sandriane Pizato	
Rafaela Silva Cesca	
Maria Cecilia Pacco-Huamani	
Noelia Xiomara Pacheco-Torreblanca	
Rosalinda Arévalo Pinedo	
Marcelo Fossa da Paz	
Grethel Teresa Choque-Delgado	
William Renzo Cortez-Vega	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219092	
CAPÍTULO 3	18
APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA ATRAVÉS DE FERRAMENTAS LEAN EM UM MOINHÓ PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MILHO	
Stefan Antonio Bueno	
Marcelo Fabiano Costella	
Josiane Maria Muneron de Mello	
Sideney Becker Onofre	
Francieli Dalcanton	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219093	
CAPÍTULO 4	35
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DOS ADSORVENTES NATURAIS (<i>MORINGA OLEIFERA</i> E ARGILA) NA REMOÇÃO DOS ÍONS METÁLICOS Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Cr ²⁺ E Pb ²⁺ EM MATRIZES AQUOSAS	
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7162219094	
SOBRE O ORGANIZADOR	48
ÍNDICE REMISSIVO	49

APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA ATRAVÉS DE FERRAMENTAS LEAN EM UM MOINHO PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MILHO

Data de aceite: 01/09/2022

Data de submissão: 19/08/2022

Stefan Antonio Bueno

Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ
Chapecó – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/6116896918748200>

Marcelo Fabiano Costella

Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ
Chapecó – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/1971208685974210>

Josiane Maria Muneron de Mello

Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ
Chapecó – Santa Catarina
lattes.cnpq.br/4452075001099749

Sideney Becker Onofre

Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ
Chapecó – Santa Catarina
lattes.cnpq.br/1698224156979393

Francieli Dalcanton

Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ
Chapecó – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/7708949855601731>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi identificar resíduos provenientes do processo industrial de um moinho de farinha de milho e desenvolver

uma proposta para minimização destes resíduos com a metodologia P+L e ferramentas lean. No método de pesquisa aplicou-se as seis etapas do P+L e suas respectivas ferramentas e para cada etapa foi utilizada também uma ferramenta lean em um moinho de farinha de milho em Santa Catarina. Como resultado, 53% do total de milho processado era resíduo utilizado para alimentação animal, daí foi proposta a implementação de uma nova linha de produção para aproveitamento dos resíduos e transformação em um novo produto. Após análise da viabilidade econômica chegou-se à conclusão que o estudo é rentável para a empresa, transformando 19% dos resíduos gerados em um aumento de 28,29% no faturamento mensal, bem como de 28,62% no resultado líquido operacional, com retorno do investimento em 12,85 meses.

PALAVRAS-CHAVE: Produção enxuta, P+L, alimentos.

APPLICATION OF CLEANER PRODUCTION THROUGH LEAN TOOLS IN A MILL FOR MANUFACTURE OF CORN FLOUR

ABSTRACT: The objective was to identify residues from the industrial process of a cornmeal mill and to develop a proposal to minimize these residues with the P + L methodology and lean tools. In the research method, the six steps of P + L and their respective tools were applied, and for each step, a lean tool was also used in a corn flour mill in Santa Catarina. As a result, 53% of the total corn processed was waste used for animal feed, so it was proposed to implement a new production line for waste utilization and

transformation into a new product. After analyzing the economic viability, it was concluded that the study is profitable for the company, transforming 19% of the generated waste into a 28.29% increase in monthly revenues, as well as a 28.62% increase in net operating income return on investment over 12.85 months.

KEYWORDS: Lean manufacturing, cleaner production, foods.

1 | INTRODUÇÃO

Após a percepção por parte do ramo industrial sobre o impacto no meio ambiente decorrente da emissão dos resíduos gerados pela produção em massa dos bens de consumo, as estratégias empresariais alteram o foco das questões econômicas para a introdução da variável ambiental como essencial, incorporando-a nos processos produtivos, tornando-o menos agressivo (Silva, Moraes e Machado, 2015).

Neste sentido, a Produção Mais Limpa (P+L) é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada nos processos produtivos, voltado a solucionar os problemas ambientais, gerando vantagens econômicas e sociais para a empresa (Silva, Fritsch, e Silva, 2019). Ela faz uma avaliação de toda a cadeia produtiva, desde a obtenção de matéria-prima até o produto finalizado, para evidenciar as melhorias no processo evitando desperdícios, minimizando a geração de resíduos e aumentando a competitividade da empresa perante o mercado econômico (Silva, Moraes e Machado, 2015).

Alinhado à metodologia P+L, o *lean thinking* ou pensamento *lean* oferece uma metodologia que busca otimizar os resultados das organizações, como, melhoria da produtividade e eliminação de desperdícios, por meio de processos eficientes que geram recursos essenciais valorizados pelo cliente (Comm e Mathaisel, 2005; Resta et al., 2016).

Concomitante a isto, a demanda crescente dos clientes por produtos e serviços ambientalmente corretos cresce, forçando as empresas a considerar questões ambientais em suas estratégias (Campos e Vazquez-Brust, 2016). Neste sentido, e motivados por um processo *lean* e *green* vários estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de agregar valor ao processo produtivo e à sustentabilidade.

Os conceitos de P+L integrados com a metodologia *lean* e apoiados por um software de simulação de eventos discretos foram aplicados em uma oficina de uma indústria brasileira com o objetivo de avaliar a eficiência da metodologia *lean* para obtenção de resultados para uma produção mais limpa. Como resultados obtiveram uma melhoria considerável com redução de material, energia e estoque em processo impactando em ganhos financeiros para a empresa, deste modo, demonstrando a sinergia entre os dois métodos (Baumer-Cardoso et al., 2020). Também foram aplicados conceitos *lean* e *green* em um estudo de caso que teve por objetivo aumentar a produtividade de transbordo em um porto marítimo com auxílio de simulação e os resultados revelaram uma sinergia entre o *lean* e *green* aumentando a produtividade geral das operações (Chandrakumar et al., 2016).

O presente estudo teve como objetivo identificar resíduos provenientes do processo industrial de um moinho de farinha de milho e desenvolver uma proposta para minimização e/ou eliminação destes resíduos com a metodologia P+L e ferramentas *lean*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar os resíduos existentes no processo produtivo de um moinho de farinha de milho em Santa Catarina. A empresa possui 7 funcionários em seu quadro de trabalho divididos entre o moinho e uma fábrica de ração, as quais processam 74 toneladas de milho por mês que resulta na produção média de 37 toneladas por mês de farinha de milho ao mercado consumidor. Diante ao exposto, foi realizado o diagnóstico da atividade produtiva com objetivo de propor uma solução para o reaproveitamento e/ou redução do resíduo gerado. Para tal, os conceitos de produção mais limpa foram utilizados para guiar o andamento do trabalho, porém, para realização de todas as etapas do processo de implementação de P+L foram utilizadas ferramentas e conceitos *lean*. Portanto, baseado no P+L e no *lean manufacturing* a pesquisa foi dividida em seis etapas que são apresentadas na Figura 1. As etapas, a descrição delas, ferramentas do P+L e *lean* que serão utilizadas para o desenvolvimento do estudo são detalhadas.

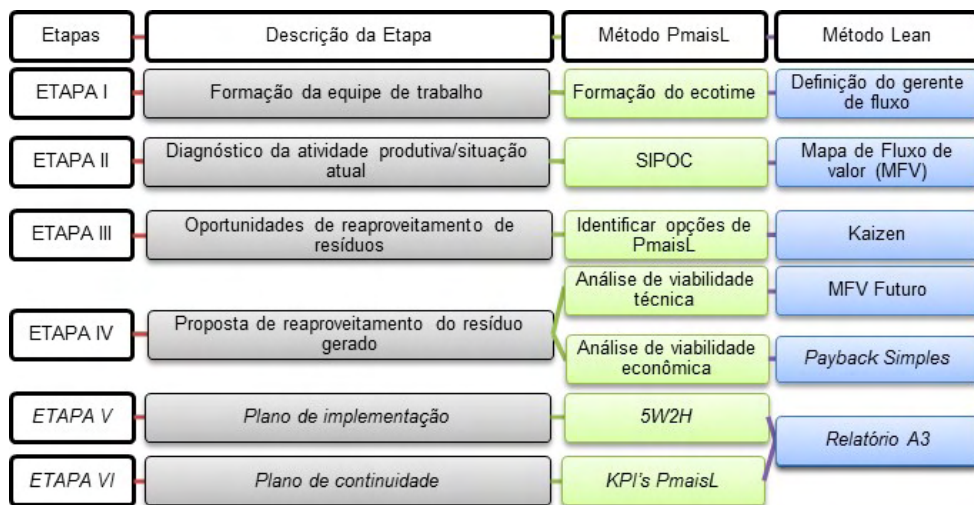


Figura 1. Diagrama esquemático da metodologia aplicada no estudo

A primeira etapa do estudo envolve a definição da equipe de trabalho do processo de implementação, com base no engajamento dos colaboradores motivados para a implementação do programa de produção mais limpa. Desta forma, baseado na formação do ecotime, etapa inicial utilizada pelo P+L, foi proposta a definição do gerente de fluxo de

valor como método substitutivo, este relacionado ao *lean manufacturing*.

A segunda etapa se desenvolveu com base na análise da atividade produtiva. Para esta atividade o método P+L indica o SIPOC para o resumo das entradas e saídas do processo. Para tal o mapa de fluxo de valor da situação atual foi desenvolvido, considerando a metodologia *lean*. A apresentação de um mapa de fluxo de valor (MFV) consiste na utilização de figuras e ícones para demonstrar os diferentes estágios do processo produtivo, ou seja, é um método visual de gestão do fluxo de valor [6]. Com base nas informações do MFV atual foram definidos os tipos e volumes de resíduos gerados ao longo do processo, possibilitando estudar uma proposta de reaproveitamento que busque agregar valor ao processo produtivo da empresa estudada.

Após o entendimento da situação atual, a equipe de trabalho iniciou o processo de levantamento das oportunidades e desenvolvimento da situação futura da empresa. Para tal, a metodologia do P+L indica o levantamento das oportunidades de redução e/ou eliminação de resíduos. Com base na metodologia *lean* o conceito de Kaizen foi aplicado para esta etapa. O Kaizen é uma filosofia japonesa que desenvolve melhorias como resultado de um esforço contínuo e participação de todos na organização, desde o topo da gestão até os funcionários de nível inferior (Maarof e Mahmud, 2016). Para esta etapa o Kaizen foi dividido em ações de curto e longo prazo. As ações de curto prazo foram implantadas no decorrer do estudo, portanto serão apresentadas somente a proposta de ações de longo prazo.

Com base no levantamento das oportunidades do estudo em questão foi desenvolvido uma proposta de reaproveitamento de resíduos dividindo a análise em viabilidade técnica e viabilidade econômica, procedimento adotado pelo método de P+L. Para estas duas análises a metodologia *lean* busca desenvolver um MFV futuro para satisfazer a análise de viabilidade técnica e uma análise de *payback* simples que apresenta o tempo (dias, meses e ano) de retorno do investimento (Lefley, 1996), o qual satisfaz a análise de viabilidade econômica. Diante disto, as duas análises foram aplicadas na quarta etapa do trabalho com o objetivo de demonstrar a viabilidade da proposta. Todos os dados de capacidade e operação dos novos equipamentos foram obtidos por meio das cotações realizadas pelo grupo Idugel Industrial e Maquinas Marapé Ind. e Comércio Ltda.

A quinta e sexta etapa de aplicação da metodologia P+L propõem um plano de implementação por meio da ferramenta de 5W2H e continuidade através da implementação de KPI's voltados ao P+L no local do estudo. Com base nisto a metodologia *lean* indica o método A3 que tem o objetivo de detalhar o contexto, a situação atual, a análise da causa raiz, a situação proposta, o plano de implementação e continuidade de forma visual (Sobek e Smalley, 2008). Sob este conceito o relatório A3 foi desenvolvido buscando demonstrar todo o histórico de análise da situação atual, o desenvolvimento da proposta, o plano de implementação e continuidade da execução em um único documento que servirá de base para tomadas de decisões da empresa em busca do objetivo de implementar uma cultura

lean e green.

Para verificação dos resultados da proposta de implementação foram propostos e apresentados no relatório A3 indicadores produtivos e financeiros. Os indicadores produtivos foram definidos como: volume processado de milho (Kg/h); capacidade do recurso produtivo (Kg/h); disponibilidade do recurso (%); resíduo gerado no processo (Kg/h); e resíduo aproveitado no processo (Kg/h). Para os indicadores financeiros foram definidos: resultado operacional líquido (R\$); e o retorno do investimento (meses).

Após definição dos elementos metodológicos a apresentação e discussão dos resultados foram realizadas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção explora os resultados obtidos para cada etapa do método proposto.

3.1 Etapa I: Formação da Equipe de Trabalho

O método P+L propõe a formação do ecotime, que é responsável pela redução de desperdícios gerando valor ao processo produtivo. Com base na metodologia *lean* o fluxo de valor é definido como o processo produtivo da empresa, local onde a matéria-prima é transformada para entrega ao cliente final, ou seja, local onde se agrega valor ao produto e local de desenvolvimento da pesquisa em questão. O gerente de fluxo de valor é o responsável pelo processo produtivo, neste caso, foi definido o gerente de produção da empresa onde foi realizado o estudo para engajar os colaboradores para aplicação do método P+L através da metodologia *lean* no processo produtivo.

Após a definição do gerente de fluxo de valor, deu-se início ao mapeamento do fluxo de valor para elucidar a situação atual da empresa e buscar oportunidades de redução e/ou eliminação de resíduos do processo produtivo.

3.2 Etapa II: Diagnóstico da Atividade Produtiva/Situação Atual

A análise da situação atual do presente estudo foi baseada no volume de produção médio da empresa, registrado no último ano de operação, relacionada ao período de maio/2018 a maio/2019. Neste período a empresa apresentou um volume médio produzido de 37.698 kg de farinha de milho por mês.

Para o volume médio produzido identificado é necessário o recebimento de 75.396 kg de milho. Através do volume total de milho necessário para o processamento do produto final, foi classificado o volume de resíduo gerado por tonelada de produto. Esta classificação está apresentada na Figura 2. A classificação dos resíduos por tonelada foi baseada no milho já processado depois da pré-limpeza.

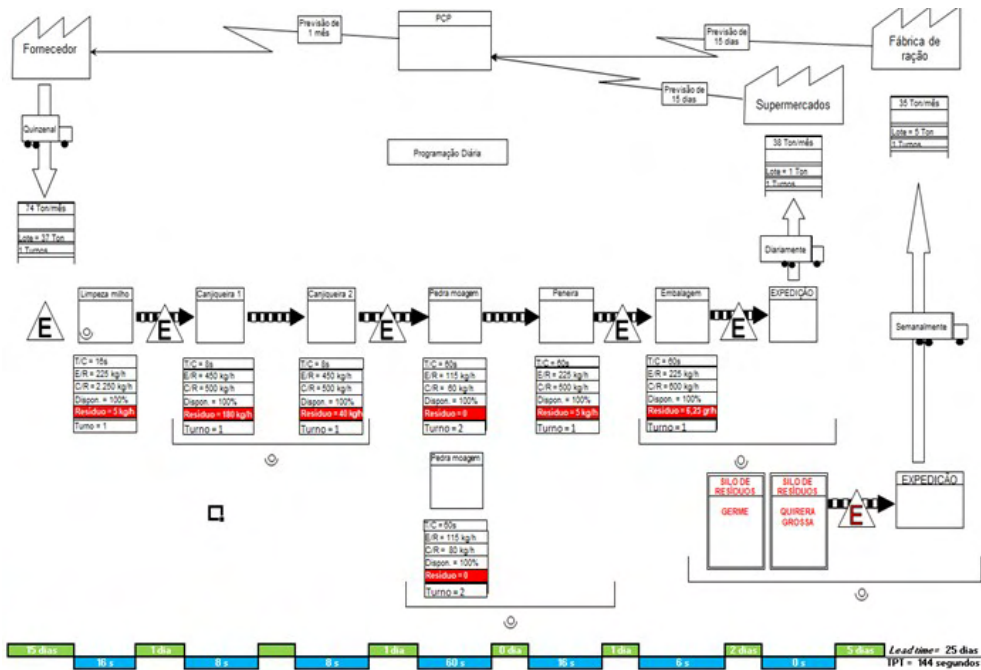


Figura 2: Classificação do resíduo total gerado no moinho após pré-limpeza considerando o volume total de milho processado

Na Figura 2 é possível verificar que a quirera grossa, atualmente destinada para fabricação de ração, representa 19% do resíduo total, isto equivale a 14.325 kg médios mensais. De posse desta informação, para desenvolvimento e aplicação da pesquisa, foi realizado o levantamento das etapas do processo produtivo do moinho de farinha de milho. Para o resumo das entradas e saídas do processo com base na metodologia P+L é utilizada a ferramenta SIPOC e a metodologia *lean* indica o mapeamento de fluxo de valor do processo produtivo, abrangendo todas as etapas necessárias para a entrega do produto final da empresa. O MFV atual é apresentado na Figura 3.

Com o diagnóstico da atividade produtiva realizada, se faz importante o detalhamento do processo produtivo da empresa, que se inicia com o recebimento do milho que é a matéria-prima principal para a produção da farinha.

O milho é recebido e estocado em um silo com capacidade para 74.000 kg. Para o milho ser armazenado no silo de recebimento da empresa, ele deve estar com uma umidade de até 16% para não gerar resíduos desnecessários no processo produtivo. Para isto, é realizada uma conferência da umidade do milho em um parceiro da empresa, se a umidade não for a ideal, o produto é rejeitado e devolvido ao fornecedor. A aquisição de um medidor de umidade para o milho é uma oportunidade de garantia do produto recebido.



*T/C = Tempo de ciclo; *E/R = Expectativa razoável; *C/R = Capacidade do recurso; *TPT = Tempo de processamento total.

Figura 3: Mapa de fluxo de valor das etapas de processo do moinho

A segunda etapa do processo produtivo tem como objetivo a separação de impurezas do milho após a colheita. Nesta etapa o milho é transportado, através de uma rosca caracol, para a máquina que efetua a limpeza dos grãos. A limpeza é realizada por meio de um processo de peneiramento com sistema de sucção forçada dos resíduos. Após o processo de limpeza, o milho é estocado para posterior degerminação e os resíduos são destinados para alimentação de gado de corte. O volume de resíduos gerados neste processo é de 5 kg por hora e é composto de pedaços de bagaço, cascas, palha e o milho quebrado.

A terceira e quarta etapa do processo produtivo consistem na degerminação do milho, ou seja, o milho passa pela canjiqueira 1 para retirada do germe do milho e pela canjiqueira 2 que retira a casca do milho e partes residuais de germe de milho que restaram do primeiro processamento. Nestas etapas o milho passa por um processo de trituração em um moinho de facas chamado de canjiqueira. Este processo tem o objetivo de retirar o germe do milho, no entanto, devido à alta rotação das facas a máquina o milho quebra em pedaços pequenos gerando o resíduo chamado de “quirerão”, constituído de milho quebrado em pedaços menores que 2,8 mm. A geração de resíduos neste processo é a maior de todo o processo produtivo, totalizando 220 kg por hora para o silo de resíduos, o que equivale a 20% do milho processado. Após estas etapas, a canjica que é o produto final das canjiqueiras fica estocada para posterior moagem.

A moagem da canjica é a parte principal da obtenção do produto final, que é a farinha de milho. É na pedra de moagem 1 e 2 onde é processada a canjica obtida no processo anterior. A canjica desce por gravidade no meio das pedras, onde em um processo de moagem é obtida a farinha de milho. Após obtenção da farinha de milho, ela é enviada através de um duto forçado de ar para uma peneira que irá realizar o processo de separação do que restou de casca no milho. Este processo de moagem não gera nenhum tipo de resíduo sólido, porém gera emissões de poeira devido ao atrito das pedras com o milho.

A próxima etapa do processo consiste no peneiramento da farinha de milho. Nesta etapa a farinha é peneirada com o objetivo de retirar cascas de milho que ainda restaram no grão após processo de degerminação. O volume de resíduos gerado neste processo é de 0,02 g/kg de farinha de milho processada. Após esta etapa a farinha de milho fica estocada até o processo de embalagem.

Por fim, a farinha é embalada por um equipamento automático e fica em estoque até a venda ser efetivada. Este processo gera em torno de 6,25 g de resíduos plásticos por hora. Este resíduo é gerado devido ao processo de setup do equipamento e oscilação da temperatura do dispositivo utilizado para fechamento dos pacotes.

A empresa estudada possui uma produção média diária de 1.800 kg de farinha de milho e para o volume produzido é gerado até 2.000 kg de resíduos diários na empresa. A umidade do milho e a qualidade do milho recebido são responsáveis pelo volume de resíduos gerado pela empresa. Desta forma, a empresa deve manter um controle do milho recebido buscando sempre a condição ideal que é ter um grão duro e com, no máximo, 16% de umidade.

Com base nos dados levantados, para cada mês de produção tem-se 40.000 kg de resíduo que representa 53% do total de milho processado. Parte deste resíduo é destinado para venda ao consumidor final que utiliza para alimentação animal. A outra parte é destinada para uma indústria de ração para suínos.

Tendo em vista o grande volume de resíduo gerado no processo produtivo, verificou-se a oportunidade de aproveitar parte deste resíduo no processo de obtenção do produto final da empresa ou na obtenção de um novo produto, ampliando o portfólio de produtos da empresa. Sabe-se que uma parte dos resíduos gerados no processo de degerminação do milho é o próprio milho quebrado que hoje é destinado para o silo de resíduos e reprocessado para alimentação animal. Diante disto, o projeto em questão buscou implantar a produção mais limpa dentro da empresa avaliando o volume deste resíduo e procurando meios para reutilizar no processo produtivo.

Vale ressaltar que a empresa não gera rejeitos em seu processo, mas sim resíduos que disponibiliza a terceiros. Sob esta ótica, além de colaborar para a redução dos resíduos gerados no processo produtivo, esta iniciativa de produção mais limpa suportada pelo *lean manufacturing* oportuniza uma agregação de valor no resíduo gerado devido à criação de

uma nova linha de produtos, gerando um impacto positivo no faturamento da empresa.

Outra oportunidade para a produção mais limpa da empresa seria o reaproveitamento da poeira gerada nos processos, utilizando um sistema de aspiração de pó formado por exaustores e ciclones. Atualmente as emissões de pó são dispostas ao meio ambiente. Como sugestão para projetos futuros de produção mais limpa, sugere-se classificar os tipos de pó gerados no processo produtivo e verificar a utilização na alimentação humana e animal.

3.3 Etapa III: Propostas de Intervenção e Oportunidades

Ao avaliar o processo produtivo da empresa, verificaram-se algumas oportunidades para melhoria deste processo, que segundo os conceitos de P+L, devem ser definidas ações de curto e longo prazo visando uma atividade sustentável. Já a metodologia *lean* considera como atividades de kaizen, ou seja, atividades que precisam do engajamento de todos da equipe com o objetivo de melhorar continuamente para atender o objetivo do estudo. Com base nisto as ações Kaizens de longo prazo foram detalhadas.

O primeiro Kaizen necessário está no recebimento do milho, o qual deve chegar à empresa com uma umidade máxima de 16% para minimizar a geração de resíduos durante o processo produtivo. Desta forma, aferir a umidade do milho na chegada do produto é necessário.

O segundo encontra-se na etapa de degerminação do milho, o qual é processado em dois equipamentos antigos, denominados de canjiqueira. Estes equipamentos geram bastante resíduo devido a sua forma de construção. Então, adquirir um equipamento novo disponível no mercado eliminaria o resíduo do tipo quirera grossa, fazendo com que toda a canjica do equipamento fosse destinada para a produção de farinha de milho e/ou produção de um novo produto.

A terceira oportunidade Kaizen levantada foi a criação de uma nova linha de produto, como o objetivo de aumentar a presença da marca no mercado consumidor. Para esta oportunidade, a aquisição de um equipamento para a produção da canjiquinha, produto derivado da canjica, com boa aceitação no mercado e bom valor agregado.

A quarta oportunidade kaizen levantada foi a classificação das emissões de pó do moinho. Esta classificação oportunizaria a empresa o aproveitamento da poeira boa para alimentação animal. Para isto, seria necessária a aquisição de um sistema de coleta e separação de pó.

Diante do exposto, as oportunidades Kaizen ou ações de longo prazo levantadas e detalhadas neste tópico foram possíveis devido as atividades de curto prazo desenvolvidas e apresentadas na Tabela 1. Todas estas ações de curto prazo resultaram no desenvolvimento da proposta de uma produção mais limpa, levando em consideração a redução de resíduos e agregação de valor no processo produtivo analisado.

Nome da Ação	Descrição da ação	Indicador	U/M
Verificar teor de umidade do milho	Intensificar o controle de umidade junto ao parceiro comercial da empresa	Umidade	%
Caracterizar o resíduo quirera grossa	Caracterizar o resíduo para utilização na obtenção de farinha de milho e canjiquinha	Tamanho de partícula	mm
Selecionar equipamento para degerminar o milho	Verificar junto aos fornecedores equipamento de degerminação para redução dos resíduos	Resíduo	Kg/h
Selecionar equipamento para produção de canjiquinha	Verificar junto aos fornecedores equipamento para produção de canjiquinha	Valores monetários	R\$
Análise de viabilidade econômica	Verificar o <i>payback</i> para aquisição dos equipamentos para atendimento do novo MFV	Valores monetários	R\$

Tabela 1: Oportunidades levantadas em curto prazo

U/M = Unidade de Medida.

3.4 Etapa IV: Proposta de Reaproveitamento de Resíduo

A proposta de aproveitamento de resíduo deste estudo baseia-se na análise de viabilidade técnica e econômica. A metodologia P+L não prevê no seu passo a passo, ferramentas específicas que podem ser utilizadas para esta etapa. Do contrário, a metodologia *lean* busca aplicar para análise de viabilidade técnica o desenvolvimento de um MFV futuro, onde é possível visualizar todo o fluxo de valor do processo. Para a análise de viabilidade econômica dos resultados propostos para o estudo foi desenvolvido uma análise de *payback* simples, buscando verificar em quanto tempo o investimento se pagará.

A análise de viabilidade técnica partiu da caracterização do resíduo encontrado no processo produtivo. Os resultados desta análise originaram-se a partir de duas amostras. A amostra 1 foi retirada do processamento da primeira canjiqueira existente no processo e a amostra foi retirada do processo posterior, a canjiqueira número 2. Após ensaios os resultados destas análises demonstraram que o resíduo estudado é do tipo unimodal, ou seja, possui apenas uma moda que está relacionada aos tamanhos de partículas de 2,8; 2 e 1,4 mm. A soma de resíduos representadas pelos 3 tamanhos resulta em 97% do resíduo gerado no processo produtivo das canjiqueiras.

A proposta para redução dos resíduos gerados no processo produtivo consiste na aquisição de um equipamento de degerminação do milho que será utilizado para substituir as duas canjiqueiras existentes no processo produtiva atual, evitando a geração do resíduo tipo quirera grossa. Este equipamento consegue separar o milho quebrado (canjica) do germe do milho, fazendo com que todo milho processado seja aproveitado para o processo de transformação da farinha de milho e/ou o desenvolvimento de um novo produto. Diante do aproveitamento total do milho, onde se deixa de destinar para o silo de resíduos 15.079 kg de quirera grossa por mês, pensou-se no desenvolvimento de um novo produto, a canjiquinha. Para a produção de canjiquinha, se faz necessário à aquisição de

um equipamento conhecido como moinho de pedra experimental MB-250 que é utilizado por indústrias alimentícias do ramo.

Diante da proposta apresentada a empresa teria a substituição de dois equipamentos e a redução de um posto de trabalho, como resultado a criação de uma nova linha de produção e aumento no faturamento atual da empresa, ainda uma redução considerável de resíduos gerados no processo produtivo.

Esta proposta pode ser validada pelo ensaio de distribuição de partículas que demonstrou existir no resíduo gerado atualmente 97% de milho quebrado que pode ser aproveitada no processo produtivo, sem a necessidade de destinação a alimentação animal.

3.5 Análise da Viabilidade Técnica da Proposta

Após definição da proposta pela empresa, buscou-se desenvolver um novo mapa de fluxo de valor, contemplando a proposta de produção mais limpa. Está proposta contará com a substituição de 2 equipamentos do parque fabril da empresa.

A Figura 4 demonstra o MFV que dá origem aos resultados finais da análise de P+L na empresa estudada, através de uma ferramenta *lean*, onde é possível observar o novo equipamento para degerminação do milho. Este novo equipamento oportunizará o aproveitamento total do resíduo destinando a canjica, produto final da degerminadora, para a farinha de milho e canjiquinha.

O novo fluxo inicia-se quando a canjica é enviada para o silo. O silo onde o produto é estocado possui uma capacidade de 500 kg. Após estocagem, o produto é destinado para o novo equipamento denominado de tarara circular com sistema de aspiração. Este processo tem o objetivo de retirar todos os resíduos restantes do processo de degerminação do milho em um tempo de ciclo (T/C) de 18 s para o processamento de 1 quilo de produto com uma capacidade disponível de 500 kg/h e uma expectativa razoável (E/R) de 100 kg/h. Os resíduos retirados deste processo são destinados para alimentação animal. Seguindo o fluxo do novo processo, o produto já limpo passa pelo equipamento denominado de moinho experimental MB-250, onde será obtido a canjiquinha, produto final desta nova linha de produção. Este equipamento processa 1 kg/h considerando um T/C de 8 segundos, um E/R de 100 kg/h e com capacidade de 500 kg/h.

Para operação desta nova linha produtiva será realocado o operador que operava as duas canjiqueiras, não necessitando de redução do quadro de funcionários da empresa. Após a visualização da proposta por meio do MFV proposto, realizou-se o comparativo entre o processo atual e o proposto, com o objetivo de obter dados para verificar a viabilidade econômica da proposta para a empresa.

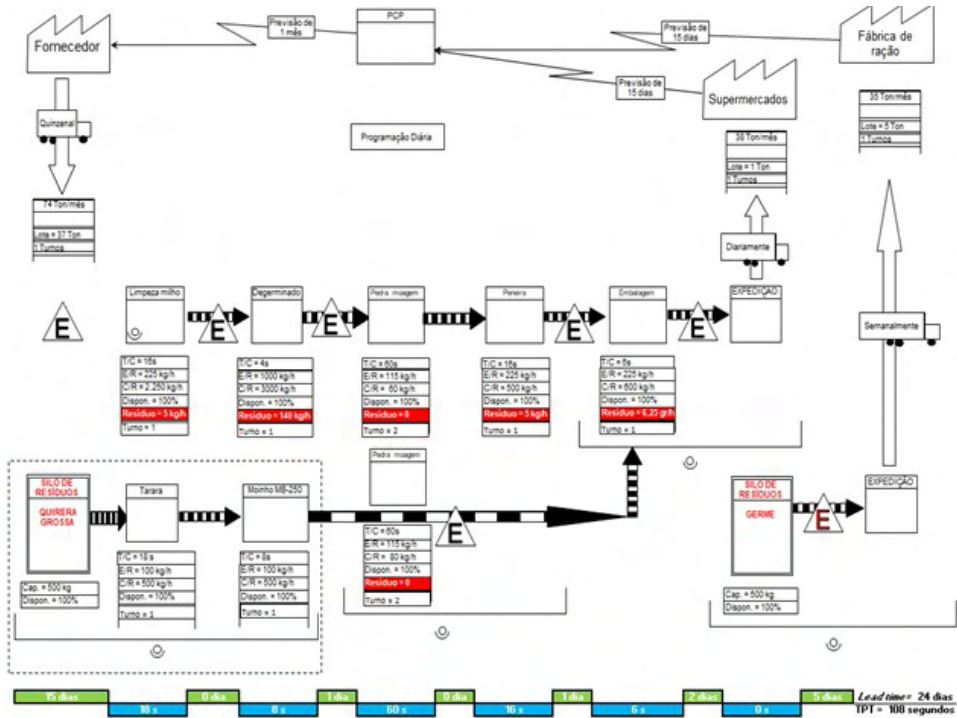


Figura 4: Mapa de fluxo de valor proposto

3.6 Análise de Viabilidade Econômica com Base nos Resultados Esperados

Para a realização da análise de viabilidade econômica, é necessário realizar uma simulação do ganho esperado que a proposta do estudo proporcionará a empresa. Com base nisso um comparativo envolvendo o faturamento atual e o proposto para os 14.325 kg de quierão gerados todo mês na empresa foram analisados. Com base nisso, o faturamento atual considerando 14.325 kg mensais de resíduo multiplicado pelo valor faturado de R\$ 0,80 centavos/kg para fabricação de ração animal resultou em R\$ 11.460,00 de faturamento, já o faturamento projetado com o novo produto considerando 14.325 kg mensais multiplicado pelo valor de mercado da canjiquinha que é de R\$ 3,20/k resultou em R\$ 45.841,00. Esse valor projetado com o novo produto representa um ganho de R\$ 34.381,00 mensais que serão adicionados ao faturamento da empresa. Com base no faturamento mensal proposto realizou-se a análise de viabilidade econômica.

De posse da simulação do ganho esperado com a proposta deste estudo, a análise de viabilidade econômica foi desenvolvida. Para fins de cálculos, foram descontadas todas as despesas com funcionários, energia, embalagens e impostos, manutenção e matéria-prima. Todas estas despesas representam 69,96% do total faturado, ou seja, para cada

quilo de produto faturado a empresa obtém um lucro de 30,04%. Por fim, a empresa irá obter um lucro adicional mensal de R\$ 10.431,00.

A análise de viabilidade econômica foi dividida em: (i) Investimento necessário; (ii) Análise do *payback* simples. O investimento total para aquisição dos equipamentos foi orçado no valor de R\$ 134.068,00. Este orçamento compreende a aquisição e montagem de um degerminador, uma tarara circular com sistema de aspiração e uma moega para estoque e abastecimento da embaladora.

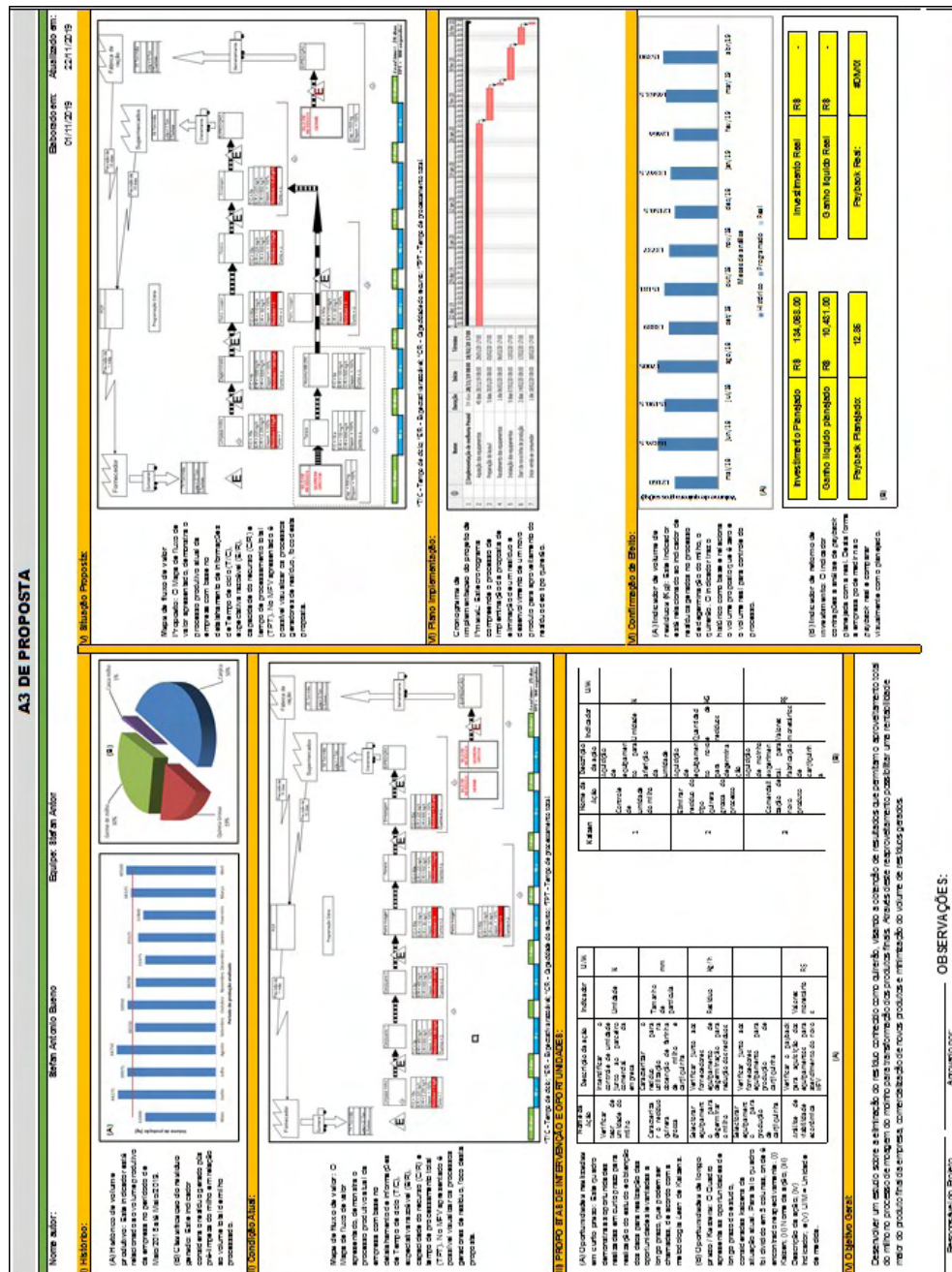
Para análise do *payback* simples utilizou-se o valor total do investimento e como receita o lucro mensal esperado com a implantação da nova proposta. Desta forma foi calculado um tempo de recuperação do investimento de 12,85 meses, conforme apresenta a equação: *Payback* simples=Investimento/Receita.

3.7 Etapa V: Plano de Implementação

Para que a implementação ocorra é necessário o desenvolvimento de um 5W2H conforme método de P+L. O estudo em questão incorporou o 5W2H em um relatório A3, baseado na metodologia *lean*. Através deste relatório a empresa poderá acompanhar de forma visual todo o plano de implementação do projeto proposto (Figura 5).

Para o desenvolvimento do plano de implementação foram identificadas barreiras que pudessem interferir na aplicação da proposta. Uma das barreiras para implementação é a altura do pé direito da empresa que pode prejudicar o alcance do objetivo proposto neste estudo e demais melhorias que podem ser implementadas na empresa estudada. Outra barreira são os funcionários que deverão entender e aceitar o novo processo que será implantado na empresa. A umidade e dureza do milho recebido também é uma barreira encontrada no estudo, pois se o controle não for eficiente e contínuo, os resultados propostos serão diferentes, fazendo com que resíduos desnecessários sejam gerados no processo produtivo. Por haver uma solução técnica viável para este problema, a empresa se compromete com a análise e ajustes de altura do pé-direito da empresa para implantação da proposta, com o treinamento e motivação dos colaboradores para aceitação do novo processo e com o controle da umidade e dureza do milho no momento do recebimento.

3.8 Etapa VI: Plano de Continuidade



plano de continuidade na metodologia P+L. Para consolidar a melhoria proposta, as etapas fundamentais para o bom funcionamento do projeto serão: o monitoramento do percentual de umidade do milho, evitando a entrada de matéria-prima fora do padrão estabelecido; estudo de desenvolvimento de fornecedores com produto padrão, evitando produtos diferentes e avaliação contínua dos resíduos gerados com a finalidade de desenvolver novas propostas de aproveitamento. Estes indicadores propostos para o plano de continuidade deste estudo estão apresentados através do relatório A3 (Figura 5), o qual contempla todos os passos necessários para realização da proposta com base na metodologia *lean*, respeitando também os passos do P+L.

4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo buscou sistematizar a aplicação de ferramentas *lean* em conjunto às fases conceituais da metodologia de produção mais limpa, em função das duas metodologias compartilharem dos mesmos objetivos fazendo com que a estrutura de avaliação de ambos os métodos possa ser tratado como um sistema integrado para avaliação dos impactos enxutos e sustentáveis em um processo produtivo (Farias et al., 2008). Sob esta ótica os resultados foram apresentados e avaliados através de ferramentas *lean* comumente utilizadas, como Mapa de fluxo de valor (MFV) (Miller, Pawloski e Standridge, 2010); Autonomia (Prasad, Khanduja e Sharma, 2016); o Kaizen (Garza-Reyes et al., 2018); gerenciamento de resíduos sólidos (Ferroq, Lamouri e Carbone, 2016); e controle visual (Thanki e Thakkar, 2016) buscando atingir um resultado economicamente viável para a empresa.

O gerenciamento dos resíduos sólidos no processo produtivo é um objetivo da utilização integrada do *lean* e *green* (Qureshi et al., 2015; Ferroq, Lamouri e Carbone, 2016; Cherrafi et al., 2018). Para o estudo em questão o MFV atual foi analisado e constatado a possibilidade de aproveitamento de 19% de resíduos sólidos gerados que eram destinados para alimentação animal, em um novo produto a ser comercializado pela empresa. Este aproveitamento gera uma redução de matéria prima superior aos 13% encontrados por Baumer-Cardoso et al. (2020) (Baumer-Cardoso et al., 2020). A redução de matéria prima resultaria na economia mensal de R\$ 9.550,00 de matéria prima. No entanto, o presente estudo objetivou o aumento de portfólio de produtos da empresa gerando um possível aumento de clientes a sua carteira.

Para tal, foi desenvolvido um MFV de estado futuro baseando-se nos conceitos de kaizen e autonomia. A proposta apresentada foi considerada viável após análise econômica do *payback* simples que demonstrou um retorno no investimento de 12,85 meses considerando um ganho mensal líquido operacional da empresa de R\$ 10.431,00, resultando em uma aplicação viável economicamente, convergindo com estudos encontrados na literatura (Chaiklahan et al., 2018).

Com base nos resultados obtidos no presente estudo é possível afirmar que a utilização integrada do *lean* e *green*, gera valor para a empresa, fazendo desta integração vital para o desenvolvimento das organizações.

5 | CONCLUSÃO

Tratando-se de um método de produção mais limpa, é necessário que a avaliação dos indicadores de umidade (%) e quantidade de resíduos (kg) sejam monitorados continuamente, sempre buscando a otimização do processo e redução dos resíduos gerados.

A contribuição principal da implantação da proposta de produção mais limpa para este estudo está ligada à transformação de um resíduo utilizado para fabricação de ração animal em um produto destinado a alimentação humana de qualidade, trazendo benefícios de caráter social.

Com relação ao teste de distribuição de tamanho de partículas, observou-se que 97% do resíduo analisado correspondem aos tamanhos de 1,4, 2, e 2,8 mm podendo ser aproveitado e ganhando um destino nobre que é a alimentação humana. Com o aproveitamento total do milho na transformação de farinha de milho e redução, estima-se uma redução de 19% no volume de resíduos gerados no processo produtivo.

Com base nos resultados apresentados, existe a projeção de aumento de faturamento mensal da empresa em 28,29%, fazendo com que o investimento proposto neste estudo tenha retorno em 12,85 meses.

Como continuidade para esta pesquisa, sugere-se que o estudo de produção mais limpa na empresa seja recorrente, pois com base no MFV desenvolvido ainda existem muitas oportunidades de redução e/ou eliminação de desperdícios, e até mesmo de melhoria nos ganhos atuais da empresa.

REFERÊNCIAS

Baumer-Cardoso MI, Campos LMS, Portela Santos PP, Frazzon EM. Simulation-based analysis of catalyzers and trade-offs in Lean & Green manufacturing. **Journal of Cleaner Production**. 2020 Jan;242:118411.

Campos LMS, Vazquez-Brust DA. Lean and green synergies in supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**. 2016 Aug;21(5):627–41.

Chaiklahan R, Chirasuwan N, Loha V, Tia S, Bunnag B. Stepwise extraction of high-value chemicals from *Arthrospira* (*Spirulina*) and an economic feasibility study. **Biotechnology Reports**. 2018 Dec;20:e00280.

Chandrakumar C, Gowryathan J, Kulatunga AK, Sanjeevan N. Incorporate LEAN and Green Concepts to Enhance the Productivity of Transshipment Terminal Operations. **Procedia CIRP**. 2016;40:301–6.

Cherrafi A, Garza-Reyes JA, Kumar V, Mishra N, Ghobadian A, Elfezazi S. Lean, green practices and process innovation: A model for green supply chain performance. **International Journal of Production Economics**. 2018 Dec;206:79–92.

Comm CL, Mathaisel DFX. A case study in applying lean sustainability concepts to universities. **International Journal of Sustainability in Higher Education**. 2005;6(2):134–46.

Farias LMS, Santos LC, Gohr CF, Oliveira LC de, Amorim MH da S. Criteria and practices for lean and green performance assessment: Systematic review and conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**. 2019 May;218:746–62.

Fercoq A, Lamouri S, Carbone V. Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. **Journal of Cleaner Production**. 2016 Nov;137:567–78.

Garza-Reyes JA, Yu M, Kumar V, Upadhyay A. Total quality environmental management: adoption status in the Chinese manufacturing sector. **The TQM Journal**. 2018 Jan 8;30(1):2–19.

Lefley F. The payback method of investment appraisal: A review and synthesis. **International Journal of Production Economics**. 1996 Jul;44(3):207–24

Maarof MG, Mahmud F. A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. **Procedia Economics and Finance**. 2016;35:522–31.

Miller G, Pawloski J, Standridge CR. A case study of lean, sustainable manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)**. 2010;3(1):11–32.

Prasad S, Khanduja D, Sharma SK. An empirical study on applicability of lean and green practices in the foundry industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**. 2016 Apr 4;27(3):408–26.

Qureshi MI, Md. Rasli A, Jusoh A, Kowang TO. SUSTAINABILITY: A NEW MANUFACTURING PARADIGM. **Jurnal Teknologi**. 2015 Dec 11;77(22).

Resta B, Dotti S, Gaiardelli P, Boffelli A. Lean Manufacturing and Sustainability: An Integrated View. **IFIP Advances in Information and Communication Technology**. 2016;659–66.

Silva A., Moraes J., Machado E. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. 2015;20(1):29–37.

Silva, L., Fritsch, RLC, & da Silva, VM Metodologia de produção mais limpa (P+ L): abordagem conceitual e casos. **Ciência & Tecnologia**. 2019;2(2):49–56.

Sobek II. DK, Smalley A. Understanding A3 Thinking. **Productivity Press**; 2008.

Thanki SJ, Thakkar JJ. Value–value load diagram: a graphical tool for lean–green performance assessment. **Production Planning & Control**. 2016 Aug 14;27(15):1280–97.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorbato 37

Adsorção 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47

Adsorventes 35, 36, 38, 42, 44, 46

Agentes alelopáticos 3

Água 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 35, 36, 37, 38, 46, 47

Aleloquímicos 1, 2, 3, 5, 6, 7

Alface 1, 2, 4, 5, 6, 7

Ambiente aquático 37

Argila 9, 35, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Argila montmorilonita 9

B

Biomassa 1, 3, 4, 6

Biopolímeros 10

Braquiaria 1, 3

C

Cadeia produtiva 19

Cádmio (Cd^{2+}) 35, 37, 38, 43, 44, 46, 47

Chumbo (Pb^{2+}) 35, 37, 38, 42, 44, 46, 47

Cobertura vegetal 1, 2, 3

Cobre (Cu^{2+}) 35, 37, 38, 42, 44, 46

Corpos d'água 35, 38

Cromo (Cr^{2+}) 35, 37, 38, 43, 44, 45, 46

D

Degerminação 24, 25, 26, 27, 28

E

Ecotime 20, 22

Elemento traço 37

Espectrofotometria de absorção atômica 39, 40

Extratos foliares 1, 4, 5, 6

F

Farinha de milho 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 33

Filmes biodegradáveis 10

G

Germinação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

H

Higroscopicidade 10

Horticultura 1

I

Impactos ambientais 15

Isolado Proteico de Tilápia (IPT) 9, 11, 12, 13, 14, 15

K

Kaizen 21, 26, 32, 34

L

Lean e green 19, 22, 32, 33

Lean manufacturing 19, 20, 21, 25, 34

Lixiviação 3

M

Mapa de Fluxo de Valor (MFV) 21, 24, 28, 29, 32

Matéria-prima 19, 22, 23, 29, 32

Metais pesados 37, 38, 47

Milho 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33

Moringa oleifera 35, 36, 38, 39, 47

N

Nanoargila 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Nanoargila Montmorinólita (MMT) 11, 12

P

Palhadas 1, 2, 3

Payback 21, 27, 30, 32, 34

Peixe 10, 13, 14

Plântulas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Problemas ambientais 19

Produção enxuta 18

Produção Mais Limpa (P+L) 18, 19, 20, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 34

R

Reaproveitamento 20, 21, 26, 27

Recurso natural 36, 38

Resíduos 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 48

Reutilizar 25

S

Sementes 1, 2, 3, 4, 5, 39, 47

Sibipiruna 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Sustentabilidade 1, 19

T

Toxicidade 35, 37

Tratamento de efluentes 36, 46

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Sustentabilidade:

Abordagem científica e
de inovação tecnológica

2



 **Atena**
Editora
Ano 2022