

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE MELHORIA CONTINUA DA QUALIDADE NA ANÁLISE DE PAPELÃO ONDULADO: ESTUDO DE CASO

APPLICATION OF CONTINUOUS QUALITY IMPROVEMENT TOOLS IN CORRUGATED CARDBOARD ANALYSIS: CASE STUDY

224

Luiz Fabiano Ieiri¹; José Marcos Romão Júnior²; Emanuel Antonio Barreto³;
Joaquim M. F. Antunes Neto⁴

1- *Formando em Tecnologia da Gestão da Produção Industrial, Faculdade de Tecnologia de Itapira “Ogari de Castro Pacheco” (FATEC de Itapira).*

2- *Coordenador e docente do curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da FATEC de Itapira. Graduado em Ciências Contábeis, Faculdade Santa Lúcia, Mogi Mirim/São Paulo, Especialista em Controladora e Finanças, Instituto Nacional de Pós-Graduação-INPG.*

3- *Coorientador e docente da FATEC de Itapira. Graduado em Engenharia de Produção Mecânica, Universidade Metodista de Piracicaba/São Paulo (UNIMEP), Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas/São Paulo (UNICAMP).*

4- *Orientador e docente da Faculdade Municipal Professor Franco Montoro, Mogi-Guaçu/São Paulo (FMPFM). Biólogo e Doutor em Biologia Funcional e Molecular, na área de Bioquímica (UNICAMP).*

Contato: fabianoieiri@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o processo da produção do papelão ondulado, desde as tomadas de decisões por meio de ferramentas de melhoria contínua, até a compreensão de dados obtidos por testagens, tais habilidades devem fazer parte da rotina ativa do gestor da produção industrial. A metodologia utilizada foi o estudo de caso, em uma empresa quarta colocada no Brasil deste segmento. Após o não atendimento de uma requisição para teste de Cobb $\leq 15\text{g/m}^2$, foi estruturado um grupo de estudo para compreender o fenômeno, foram verificadas as causas raízes do problema deste trabalho e consequentemente sugeridas às medidas de contenção para redução ou minimização dos problemas de qualidade. Os ensaios do método de Cobb juntamente com as ferramentas da qualidade foram essenciais para um melhor entendimento do problema estudado. O trabalho conjunto das ferramentas diagrama de Ishikawa, 5 Por Quês e

5W+2H permitem uma maior clareza para as tomadas de decisão. Portando é de grande relevância sua utilização dentro dos processos cujas causas dos problemas são subjetivas, pois elas subsidiam os grupos de estudos a uma análise mais profunda do fenômeno estudado.

Palavras-chaves: Gestão da qualidade. Ferramentas de qualidade. Teste de Cobb. Melhoria contínua.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the corrugated cardboard production process, from how to obtain decisions using continuous improvement tools, to the understanding of data obtained by testing, such skills must be part of the production manager's active routine. Industrial. The methodology used was the case study, in a fourth company in Brazil in this segment. After a request for a Cobb test $\leq 15g / m^2$ was not met, a study group was structured to understand the phenomenon, the root causes of the problem of this work were verified and consequently suggested to the containment measures to reduce or minimize the problems of quality. The tests of the Cobb method together with the quality tools were essential for a better understanding of the problem studied. The joint work of the Ishikawa diagram tools, 5 Why and 5W + 2H allows greater clarity for decision partitions. Therefore, its use within the processes resulting from the problems is of great research is subjective, as they subsidize the study groups for a deeper analysis of the study.

Keywords: Quality management. Quality tools. Cobb test. Continuous improvement.

INTRODUÇÃO

As empresas buscam, como objetivo, oferecer aos seus clientes produtos e serviços de qualidade. Ao longo da história pode-se observar que até mesmo os artesões, ao produzirem seus materiais, verificavam se seus produtos atendiam requisitos para serem considerados bons perante seus consumidores. Após as revoluções industriais, uma série de mudanças no contexto mundial resultou em uma ideia diferenciada, onde o foco deixava estritamente de ser em produção, mas agregando produção com qualidade (PALADINI, 2012). Neste contexto, as ferramentas que auxiliam processos de gestão da qualidade surgem para atender à melhora contínua dos processos produtivos (COELHO, 1999).

Com o aumento da competitividade entre as empresas dentro de um determinado seguimento de mercado, se faz necessário que elas se dediquem a atender as necessidades de seus clientes. Para isso é imprescindível que busquem melhorar seus processos produtivos e, assim, possam assegurar a qualidade dos produtos oferecidos. Neste sentido, as empresas buscam fazer uso

intensivo das ferramentas da qualidade, visando cumprir os objetivos de desempenho delineados. A melhoria continua pode ser praticada por toda uma empresa, desde a produção, sendo o menor nível hierárquico, até os maiores níveis de comando, pois todos podem contribuir e melhorar continuamente dentro de suas rotinas de trabalho (CHIAVENATO, 2005).

O segmento de estudo da presente pesquisa é a fabricação de papelão ondulado. Provavelmente, muitos já tiveram contato com uma embalagem de papelão ondulado, haja vista que, atualmente, a grande maioria dos produtos é transportada por meio de embalagens de papelão, desde grandes centrais de distribuição até mesmo no recente mercado *e-commerce*. A sua alta procura se dá pelo fato de seu baixo custo, fácil manuseio e por se tratar de um material reciclado de ponta a ponta na sua cadeia produtiva. Trata-se de um material muito utilizado em transportes de frutas, legumes e verduras, pelo fato de permitir que estes alimentos fiquem acolchoados evitando impactos no transporte ou em seu manuseio.

Considerando todo o exposto, o presente estudo de caso parte da seguinte situação-problema: quais são os fatores determinantes que podem influenciar na qualidade final do produto - papelão ondulado - e que tendem a interferir no atendimento das especificidades técnicas do mesmo?

O estudo justifica-se ao considerar a grande relevância do papelão ondulado que pode ser 100% reciclado, gerando desta forma emprego direto e indireto para sociedade. Além de ser biodegradável, ele provém de fontes renováveis, fazendo com que o papelão tenha sua utilização em escala mundial (DINIZ, 2014).

Segundo Dedini e colaboradores (2006), as embalagens de papelão ondulado percorrem longas distâncias com produtos acondicionados dentro delas, para que os tais produtos que ali se encontram cheguem ao seu destino final livre de avarias e com boa aparência. Torna-se necessário, portanto, que as embalagens de papelão ondulado tenham resistência mecânica para se sustentarem durante o momento de locomoção, onde se fazem relevantes os testes aplicados para conferência da resistência, como o teste de compressão e o teste de coluna vertical. Embora cada composição de papelão (gramatura) tenha valores específicos, os testes citados acima são norteadores para a qualidade final da embalagem.

Andrade (2011) aponta a questão do transporte refrigerado a ser considerado na confecção deste tipo de produto. O ambiente refrigerado forma gotículas de água no ar, que são aderidas nas embalagens, onde neste momento a resina cumpre sua função ou não na proteção da penetração de água nas embalagens: caso ocorra penetração de água no papelão, este ficará fragilizado e, conseqüentemente, perderá toda sua resistência; com isso, as pilhas de caixas começarão se desmanchar, ocasionando perda do produto final contido nela, de forma que tais perdas gerarão transtornos já com a carga embalada.

Viera (2016) vai ao encontro de todo o exposto ao concluir que nada adianta as empresas disporem de alta tecnologia, como equipamentos robotizados e processos com pouco contato humano, se a entrega de seus produtos for comprometida pelo fato das embalagens de papelão não suportarem o empilhamento ou até mesmo o resfriamento em câmaras frigoríficas, absorvendo água indevidamente por meio das fibras que não tiveram um bom tratamento superficial.

De acordo com Associação Brasileira de Papelão Ondulado (ABPO, 2020), em maio de 2020, o mercado de papelão ondulado sofreu uma queda em sua produção, algo em torno de 12,5% se comparado ao mesmo mês de 2019, com influência direta dos efeitos da pandemia da COVID-19. Esta condição leva-nos a crer que as exigências de mercado serão maiores com o retorno dos parâmetros econômicos e que as empresas que produzem o papelão ondulado deverão, cada vez mais, melhorar os níveis da qualidade em seus produtos.

Desta forma, o objetivo do presente estudo é apresentar como a análise do processo da produção do papelão ondulado, desde as tomadas de decisões por meio de ferramentas de melhoria contínua, até a compreensão de dados obtidos por testagens, considerando que tais ações devem ser rotina ativa do gestor da produção industrial.

METODOLOGIA

Tipo de Trabalho

O presente estudo estreitar o conhecimento sobre as variáveis de processos em relação a testes físicos, o que permitiu explicar tal fenômeno com fundamentação científica da seguinte forma (GIL, 2010):

- Com base em sua natureza é aplicado, pois buscou gerar conhecimentos dirigidos à compreensão do desempenho do papelão impermeabilizado utilizado em câmaras frigoríficas;
- Com base na obtenção de informações é de abordagem quanti-qualitativa, uma vez que se propõe a quantificar e qualificar as ações de atendimento de requisitos estabelecidos pelo setor de qualidade da empresa e exigidos pelas necessidades específicas caracterizadas pelo produto envazado nas embalagens produzidas;
- Com bases nos seus objetivos é exploratório, pois se utilizou de testes físicos comparativos específicos para a compreensão do fenômeno, e descritivo, pois visa a sistematização das informações para estabelecimento de critérios e parâmetros para tomadas de decisões;
- Com base nos procedimentos técnicos adotados, apresenta argumentos bibliográficos e de levantamento, uma vez que se baseou em estudos de

base de dados indexados para sua fundamentação e de uma pesquisa de campo com caráter de estudo de caso.

Levantamento Bibliográfico

Utilizou-se os procedimentos de uma revisão bibliográfica para o levantamento do material científico deste Trabalho de Graduação. A escolha seletiva do material chegou aos principais estudos primários para que a situação problema delineada pudesse ser elucidada. A revisão bibliográfica recuperou, selecionou e avaliou os resultados dos estudos relevantes e permitiu considerar a evidência científica de maior grandeza na tomada de decisão (MARCONI; LAKATOS, 2018).

As palavras-chave para o levantamento das informações bibliográficas foram: papelão ondulado, processo, tratamento, impermeabilização e controle de qualidade. As bases de dados indexadas disponibilizadas na internet para a busca do material bibliográfico foram: Google Acadêmico, um sistema de buscas refinadas do Google que oferece ferramentas de buscas de diversas fontes acadêmico-científicas; SCIELO uma biblioteca virtual que abrange coleção selecionada de periódicos brasileiros; e o Portal de Periódicos da CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior subordinada ao Ministério da Educação).

Após o levantamento do material bibliográfico, tornou-se necessário estabelecer critérios de inclusão e exclusão destes para o processo de desenvolvimento textual. Os critérios de inclusão permitiram a participação de estudos originais e de revisão, artigos escritos na língua portuguesa que pudessem colaborar na resolução da questão norteadora. Os critérios de exclusão consideraram os objetivos específicos da pesquisa e relações com os títulos e resumos dos trabalhos obtidos.

Estudo de Caso

A pesquisa teve seu início com a formulação da seguinte questão norteadora, considerando a situação-problema estabelecida: quais são os fatores determinantes que podem influenciar na qualidade final do produto - papelão ondulado - e que tendem a interferir no atendimento das especificidades técnicas do cliente que exige um resultado de Cobb $\leq 15\text{g/m}^2$?

Todo o estudo foi delineado baseando-se no trabalho de Rossi e Antunes Neto (2020).

Empresa

Trata-se de uma empresa localizada no interior do estado de São Paulo,

região leste, voltada para as áreas de produção de chapas e embalagens de papelão ondulado, papéis reciclados, captação e comercialização de aparas. Tem como missão prover o cliente com soluções em embalagens de papelão ondulado, assegurando, por meio de tecnologia atualizada e colaboradores preparados, produtos de qualidade e excelência em serviços, visando um relacionamento confiável e duradouro. Ressalta-se que a empresa tem por objetivo desenvolver continuamente a melhoria de seus processos, produtos e serviços, visando a satisfação total dos clientes, o que possibilitou a obtenção dos dados tratados nesta pesquisa. Para atingir esse objetivo, assume o compromisso de fortalecer as parcerias com clientes e fornecedores, promover a melhoria contínua em seu sistema de gestão e aumentar sempre a capacitação tecnológica. Da mesma forma, promove permanentemente o desenvolvimento dos colaboradores e as relações entre os clientes e fornecedores internos. As informações apresentadas estão disponibilizadas no site da empresa.

Estrutura do estudo de caso

O estudo de caso considerou as abordagens de Miguel (2007) e Rossi e Antunes Neto (2020) sobre a condução da investigação (nível operacional). Quatro etapas foram estruturadas:

Definição da estrutura conceitual teórica

Nesta etapa houve a definição do referencial conceitual teórico da pesquisa, com objetivo de mapear dados primários e secundários sobre o assunto, para que se pudesse compreender a situação problema. O constructo teórico permitiu identificar lacunas onde a pesquisa pôde ser justificada (em termos de relevância), bem como possibilitou extrair os constructos (elementos extraídos da literatura que representam um conceito a ser verificado).

Planejamento do caso

A situação problema delimitada surge em conformidade com observações *in loco* da rotina de acompanhamento do Setor de Qualidade de Matéria Prima (SEQMP), com a posterior aplicação das ferramentas de qualidade apresentadas no tópico a seguir, bem como do teste de Cobb.

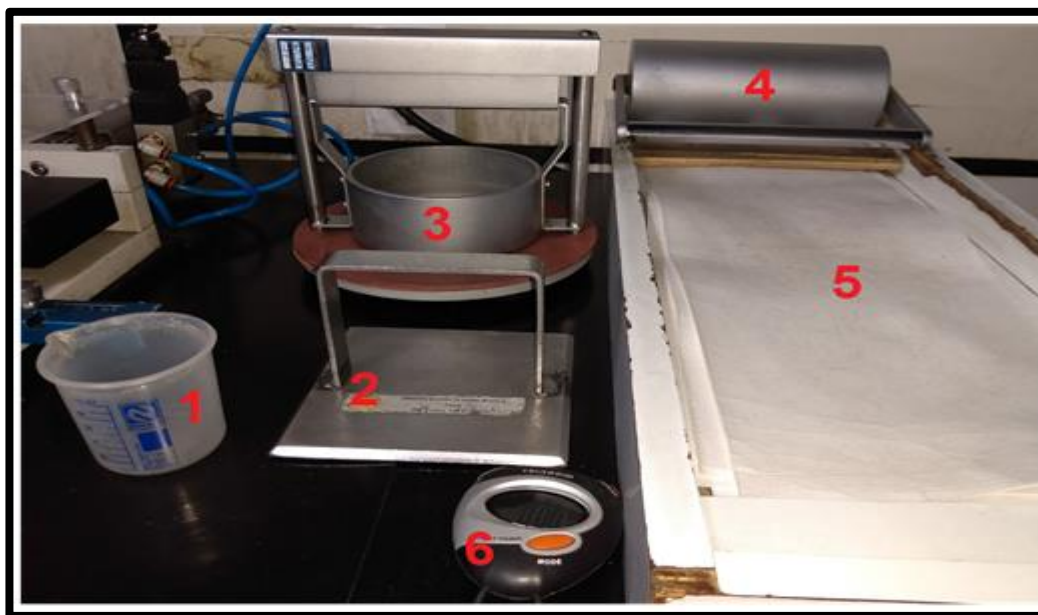
Coleta e análise estratégica dos dados

As coletas ocorreram entre os meses de junho a agosto de 2018, com efetiva contribuição entre Setor de Qualidade de Matéria Prima (SEQMP) e o Setor

de melhoria de processos (SEMPO), possibilitando a análise dos dados observados nos “Resultados”.

O procedimento utilizado para compreender a situação-problema foi o teste de Cobb, é um teste que verifica a resistências as embalagens de papelão quando ele é exposto em câmaras frias ou em locais úmidos. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1999), o ensaio de Cobb trata-se de uma norma internacional que demonstra a quantidade de água absorvida pela superfície do papel ou cartão em um determinado tempo de exposição do cartão com a água. A água absorvida é em função das características do papel, como colagem, porosidade e impermeabilizações. O valor da capacidade de absorção de água é denominado como Cobb e a massa de água calculada, absorvida por 1 m² de papel ou cartão (área que geralmente é reduzida para 100 cm²), em um tempo determinado sob condições específicas de ensaio. A Figura 1 apresenta os materiais utilizados neste ensaio:

Figura 1. Procedimento do ensaio de Cobb.



Fonte: elaborado pelos autores.

Onde: 1- copo de medida para adição de água; 2- gabarito para corte do corpo de prova; 3- cilindro para retenção de água; 4- rolo para passagem encima do corpo de prova; 5- mata borrão; 6- cronômetro.

A explicação, a seguir, apresenta o processo do ensaio de Cobb e os

materiais especificados na Figura 1.

Para realização do teste, um corpo de prova é cortado nas dimensões citadas acima (2) e, imediatamente, é pesado em uma balança de precisão; em seguida, anota-se o valor aferido pela balança; na sequência, o corpo de prova é inserido em um aparelho de base rígida, com uma superfície plana e macia de diâmetro interno com 112,8 mm e uma tolerância de mais ou menos 0,2 mm correspondente a área do corpo de prova, possibilitando prender o corpo de prova firmemente ao cilindro a sua base (3). A borda do cilindro deve ser plana com espessura suficiente para evitar o corte do corpo de prova pelo cilindro. Após fixação do corpo de prova no aparelho é adicionado água 100 mL de água (1) com uma tolerância de mais ou menos 5 mL dentro do cilindro. No momento da adição da água, o cronômetro (6) é acionado de forma simultânea. Após 1 e 45 segundos, a água adicionada no cilindro deve ser retirada tomando cuidado para não molhar as áreas externas do corpo de prova e, em seguida, solta-se o cilindro e remove-se o corpo de prova; por fim, o corpo de prova é transferido para uma folha seca denominada como mata borrão (5) e estas folhas ficam alocadas em uma superfície plana e rígida; após isso, é necessário remover o excesso de água contido no cartão, utilizando-se de um rolo metálico (4), cujo corpo tem o diâmetro de 90 mm, largura de 200 mm e uma massa de 10 Kg; este é rolado por cima da amostra recoberta com as folhas mata borrão duas vezes (ida e volta) sem exercer qualquer tipo de pressão sobre ele. Após secagem do cartão, ele é seguido para aferição de peso com o auxílio da balança de precisão, onde, novamente, o corpo é pesado, o valor obtido nesta etapa deve ser subtraído do valor de pesagem inicial; neste procedimento encontra-se o valor de absorção (A) do cartão, conforme a seguir:

$$A = M1 - M2 \text{ (g/m}^2\text{)}$$

Onde:

M1 = massa seca do corpo de prova em gramas;

M2 = massa úmida do corpo de provas em gramas;

Resultado expresso em g/m².

Por causa dos valores do teste de Cobb estarem acima do especificado pelo cliente ($\leq 15/\text{gm}^2$), houve a necessidade de uma melhor compreensão das causas do desvio, desta forma utilizou-se seguintes ferramentas de qualidade: Diagrama de Ishikawa, “5 Por Quês” e 5W+2H para uma melhor clarificação dos fatos (ISHIKAWA, 1993; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O Diagrama de Ishikawa serviu para auxiliar na identificação das possíveis causas raízes existentes no processo por meio de categorias estratificadas em “Seis M”: máquina, método, mão de obra, materiais, medidas e meio

A ferramenta “5 Por Quês” é oriunda de uma técnica de fazer questionamentos dos motivos que levaram a uma falha ou a um problema de

qualidade ocorrerem. A técnica consiste em fazer 5 perguntas (por quês) por meio de *brainstorming*, até se esgotarem as dúvidas; desta forma, acredita-se que se chega à causa raiz do problema, porém nada impede de que mais ou menos perguntas sejam feitas para se chegar à causa, o que foi o caso do presente estudo (4 perguntas).

Já a ferramenta 5W+2H serviu para nortear as ações que foram tomadas, auxiliando no plano de ação definido, embora também seja utilizada para padronização das ações tomadas. As etapas desta ferramenta seguem conforme explicação abaixo:

- ✓ **What (o que):** nesta etapa é respondido o que se deve fazer para que o problema seja sanado
- ✓ **Who (quem):** definição de quem será o responsável para execução ou contratação de serviços.
- ✓ **Where (onde):** onde a melhoria será implantada.
- ✓ **When (quando):** quando a melhoria será implantada, devem-se inserir datas para acompanhamento das implantações.
- ✓ **How (como):** como a melhoria proposta será executada.
- ✓ **How much (quanto custa):** quanto custará para que seja implantada a melhoria sugerida.

Utilizando-se da aplicação correta da ferramenta é possível atender os prazos estipulados e acompanhar todo processo de implantação, tornando-se ágil e de fácil compreensão para quem acompanha o processo de melhoria.

Geração do relatório de pesquisa

Todo o conjunto de atividades das etapas anteriores foi sintetizado em um relatório de estudo apresentado previamente para a empresa. Esse relatório foi o gerador deste Trabalho de Graduação no formato de artigo científico. Os resultados presentes estão estreitamente relacionados à teoria, tomando-se o devido cuidado para que não se ajustasse a teoria aos resultados e evidências, mas o inverso, ou seja, os resultados e as evidências foram associados à teoria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A falta de atenção nas variáveis existentes no processo da fabricação faz com que as tomadas de decisões (*tradeoffs*) sejam realizadas de forma equivocadas, onerando o custo variável da embalagem final, influenciando na margem de contribuição. Tal aspecto toma proporção maior quando o produto é a embalagem de papelão, cuja produção para mercados fornecedores de produtos orgânicos e alimentícios deve garantir não somente a proteção e integridade do

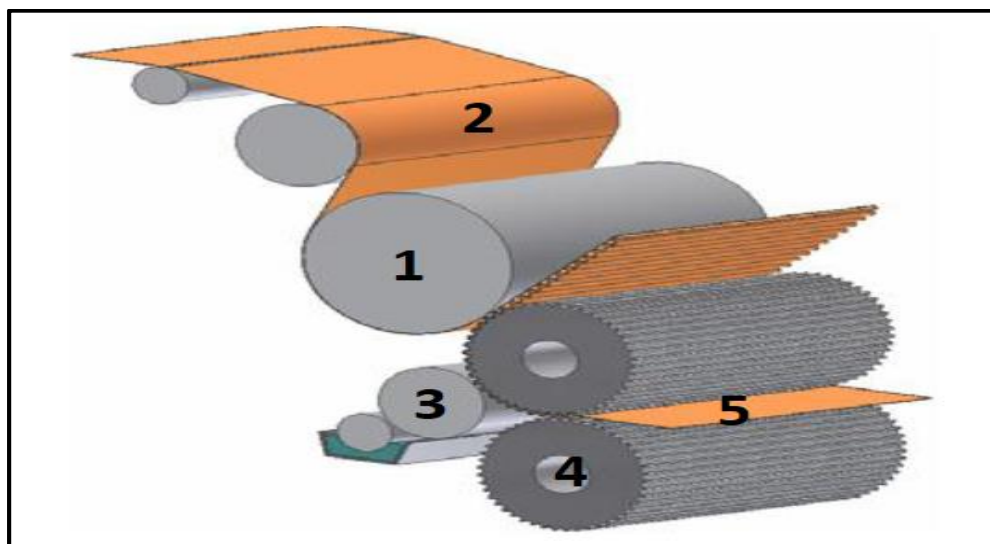
conteúdo embalado, mas também da boa aparência da própria embalagem, que está exposta a possíveis variantes ambientais indutores de injúria mecânica durante o transporte (FURUKITA, 2019; ANDRADE, 2011).

Os resultados do presente estudo são apresentados em duas etapas providas do processo de investigação: análise do fenômeno e identificação de possíveis fatores de interferência do processo e a fase de resolução do problema.

Identificação dos Fatores de Interferência

A Figura 2 apresenta o processo de ondulação que sofreu a investigação por meio deste estudo de caso:

Figura 2. Corpo ondulador com prensa.



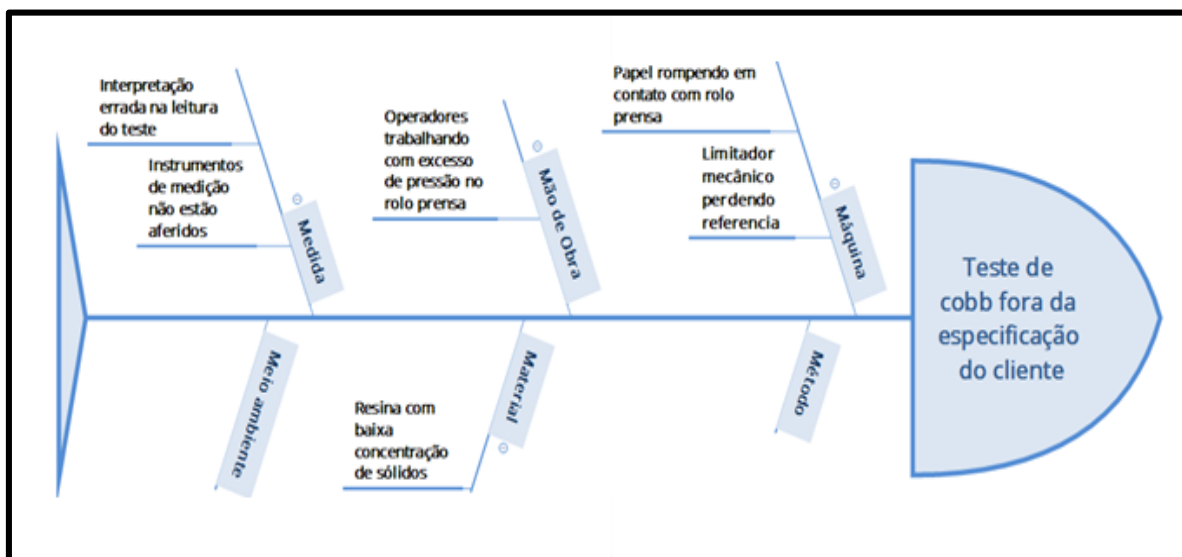
Fonte: elaborado pelos autores.

Onde: 1 - rolo prensa; 2- papel capa interna; 3 - rolo aplicador de cola; 4 - corrugador inferior; 5 - papel miolo.

A Figura 2 permite uma melhor compreensão da atuação do rolo prensa, onde se observa um corpo ondulador, cujo contato para colagem da capa interna no miolo é realizado pela prensa metálica, que ao tocar a superfície da capa interna faz com que ocorra a colagem entre os papéis.

A primeira etapa foi à aplicação do Diagrama de Ishikawa, para reflexão e desmembramento dos questionamentos apresentados na situação problema:

Figura 3. Aplicação do Diagrama de Ishikawa.



Fonte: elaborado pelos autores.

Após uma sessão de *brainstorming* estruturado surgiram algumas possíveis causas, sendo que a Figura 3 demonstra a utilização do diagrama de Ishikawa, o qual permitiu setorizar as possíveis causas raízes do problema de absorção indevida de água pelo papelão, que consequentemente causam problemas de resistência nas embalagens. Observa-se que o processo de reflexão surgiu da possibilidade de interpretação errada da leitura do teste, uma vez que instrumentos de medição não estavam aferidos adequadamente. Outra questão a ser considerada era a relação entre insumo utilizado (resina) e a sua concentração para a chegada de um material consistente. Por ser um processo de produção com tomadas de decisão, refletiu-se também sobre a influência de fatores designados à mão de obra e ao processo mecânico. Por fim, tem-se a hipótese: o produto não se encontra delineado conforme as especificações do cliente e adequados ao aporte do produto. De que forma o ensaio de Cobb permitiria tal análise?

As possíveis causas surgiram após reunião com uma equipe multiprofissional, que incluía engenheiros de processos, operadores de máquina, coordenador de qualidade, inspetores de qualidade e facilitadores de processo. O diagrama permitiu, enfim, uma melhor visualização do problema. A Figura 4, relativa os "5 Por Ques", reflete todo a construção multiprofissional sobre o problema delimitado.

Após reincidência do problema especificado pelo diagrama de Ishikawa (Figura 3), houve uma necessidade de apoio do setor de melhoria de processos (SEMPO) para melhor compreensão e entendimento dos fatores determinantes da respectiva falha. Neste momento, aplicou-se a ferramenta “5 Por Quês” para efetivar as ações, conforme a Figura 4.

Figura 4. Os “5 Por Quês” relativos ao processo em análise.

| Tabela de análise de CAUSAS (5 Por quês?) | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------|--|--------|---|--------|--|--------|---|--------|--|--------|
| Descrição do assunto: | Teste de Cobb fora da especificação do cliente | | | | | | | | | | | |
| | A | | B | | C | | D | | E | | F | |
| 1º Por quê? | Resposta Absorção de água indevida no papel | V F | Resposta Operadores trabalham com excesso de pressão no rolo prensa | V F | Resposta Resina não especial | V F | Resposta Interpretação errada na leitura do teste de cobb | V F | Resposta Instrumentos de medição para teste não estão aferidos | V F | Resposta Máquina que faz aplicação de resina não está aplicando corretamente. | V F |
| 2º Por quê? | Resposta Papel rompendo no momento de contato com o rolo prensa | V F | Resposta Não existe padrão para faixa de pressão no rolo prensa | V F | Resposta custo reduzido do insumo | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta Rolo aplicador, não está distribuindo a resina no papel | V F |
| 3º Por quê? | Resposta Rolo prensa vibrando | V F | Resposta Não existe indicador de pressão | V F | Resposta Baixa concentração de sólidos | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta Rolo dosador desalinhado | V F |
| 4º Por quê? | Resposta Rolo prensa apresentando ressonância | V F | Resposta Não tem faixa de trabalho nos manômetros | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta Atuador pneumático parando fora de posição | V F |
| 5º Por quê? | Resposta Características do projeto com rolo prensa | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta | V F | Resposta Limitador mecânico perdendo referência | V F |
| CAUSA RAIZ | Características do projeto com rolo prensa | | Não existe faixa de trabalho nos manômetros | | Baixa concentração de sólidos | | | | | | Limitador mecânico perdendo referência | |

Legenda: V - causa verdadeira (prossequir análise) F - causa falsa (não prossequir análise)

Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 4 levanta os “5 Por Quês” relativos ao processo em análise, todos derivados do diagrama de Ishikawa (Figura 3), com sua interpretação sendo feita da seguinte forma: a questão norteadora encontra-se na descrição do assunto (o teste de Cobb encontra-se de acordo com a especificação do cliente?). Na sequência, gerou-se uma primeira causa raiz do questionamento inicial, visto na coluna A/primeiro quadro (papel rompendo no momento de contato com o rolo prensa); com a conferência desta condição, chegou-se que a mesma era verdadeira. A seguir, tem-se nos próximos quadros da coluna A outras possíveis causas raízes decorrentes de questionamentos sobre o projeto da máquina que contempla o rolo prensa. Importante salientar que cada coluna de questionamento

é relativa a uma condição distinta estabelecida pelos “6 M” do diagrama de Ishikawa: B - mão de obra; C - material; D – interpretação de resultados; E – método; F – máquina.

Após levantamento das possíveis causas, a ferramenta “5 Por Quês” permitiu verificar a veracidade das causas levantadas por meio do *brainstorming*. Nesta etapa, das 6 causas levantadas apenas 4 foram denominadas como causas raízes, as demais foram classificadas como causas falsas (total de 2 causas). Após resultados encontrados na etapa de avaliação, partiu-se para ferramenta 5W e 2H.

A Figura 5 apresenta um exemplo de aplicação da ferramenta 5W+2H, permitindo visualizar a tratativa de uma das causas raízes levantadas com as outras ferramentas citadas neste trabalho.

Figura 5. Aplicação da ferramenta 5W+2H.

| Planejamento de Ações (5W+2H) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------|---|------------------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-----------------|--------------------------|
| QUAL A CAUSA RAIZ? | O QUE VAI SER FEITO PARA MELHORAR? (What) | PORQUE ESSA AÇÃO IRÁ MELHORAR A CONDIÇÃO? (Why) | COMO SERÁ FEITO? (How) | QUEM VAI FAZER? (Who) | ONDE SERÁ FEITO? (Where) | Nº PROJETO/ OS ou Solic. de Software | CUSTO R\$ (How much) | É possível replicar em outro equipamento (SIM ou NÃO) | PRAZO PARA IMPLANTAR A AÇÃO (When) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 1-mai | 8-mai | 15-mai | 22-mai | 29-mai | 5-jun | 12-jun | 19-jun | 26-jun | 3-jul | 10-jul | 17-jul | 24-jul | Semanas |
| Falta faixa de trabalho nos manômetros | Colocar faixas de trabalho | trabalho será realizado com as pressões exatas | inserir faixas de trabalho | Engenharia | Manômetros | | 0 | Sim | | | | | | | | | | | | | Tempo planejado | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tempo real para execução |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tempo planejado |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tempo real para execução |

Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se na Figura 5 uma exemplificação de uma causa raiz inserida na análise 5W+2H: falta faixa de trabalho nos manômetros. Desta forma, questiona-se o que vai ser feito como estratégia de melhoria para correção do evento detectado e por que tal estratégia deve ser adotada (justificativa da tomada de decisão). Por se tratar de um processo, estabelecem-se prazos para a implantação da ação.

Borges e Paixão (2019) inferem sobre a necessidade cada vez mais frequente dos setores produtivos prezarem por uma visão da melhoria contínua em seus processos de fabricação. Salienta também que isso se faz necessário

para manter a competitividade da empresa em meio aos seus concorrentes, reduzir as perdas geradas pelo processo de retrabalhos e insatisfação do cliente.

Resolução do Problema

Portanto, estabeleceram-se as seguintes estratégias: a) aumento da concentração de sólidos da resina, de 21% para 34%, para análise comparativa de desempenho do insumo (Tabela 1); b) acompanhamento do processo produtivo *in loco* com finalidade de verificar as rupturas no papel no momento de sua concepção e as demais variáveis que pudessem interferir no não atendimento do requisito.

Após alteração na concentração de sólidos empregado na resina, passando de 21% para 34%, foram realizados testes comparativos entre os insumos de maior e menor concentração, com resultados apresentados na Tabela 1:

Tabela 1. Teste de Cobb em duas condições distintas.

| Teste de Cobb resina com 21% | Teste de Cobb com resina 34% |
|------------------------------|------------------------------|
| 17 /gm ² | 13 /gm ² |
| 19 gm ² | 17 gm ² |
| 18/ gm ² | 16/ gm ² |

Fonte: obtido pelos autores.

Conforme visto na Tabela 1, percebe-se que mesmo com alteração no insumo não foi possível atingir a especificação do cliente, que solicita um valor Cobb igual ou inferior a 15g/m². Então, partiu-se para o acompanhamento *in loco* na tentativa de identificar algo que até o momento não havia ficado evidente. As análises do acompanhamento diário em campo, por intermédio do protocolo de Cobb e investigação microscópica, permitiram identificar pequenas rupturas na superfície do cartão ondulado, tal como apresentado na Figura 6:

Figura 6. Análise microscópica com ampliação (300 vezes).



Fonte: obtido pelos autores.

Observa-se na Figura 6 que as marcas de prensa geram micro rupturas no papel, fazendo com que a água penetre indevidamente, induzindo, desta forma, ao erro na interpretação dos resultados obtidos por meio de testes realizados no processo.

Após análise, decidiu-se fazer um segundo teste, segregando o papelão na área com ocorrência de rupturas e área sem rupturas, com resultados apresentados na Tabela 2:

Tabela 2. Teste de Cobb em amostragem com e sem marcas de prensa.

| Teste de Cobb em amostras sem marcas de prensa resina 21% | Teste de Cobb em amostras com marcas de prensa resina 21% |
|---|---|
| 11/ gm ² | 13 /gm ² |
| 12 /gm ² | 17 gm ² |
| 12 /gm ² | 16/ gm ² |

Fonte: obtido pelos autores.

Conforme tabela acima é possível evidenciar que selecionar partes do cartão que não há incidência de marcas os testes são atingidos conforme requisição do cliente e que em áreas em que as marcas se fazem presentes os resultados ficam acima do resultado especificado.

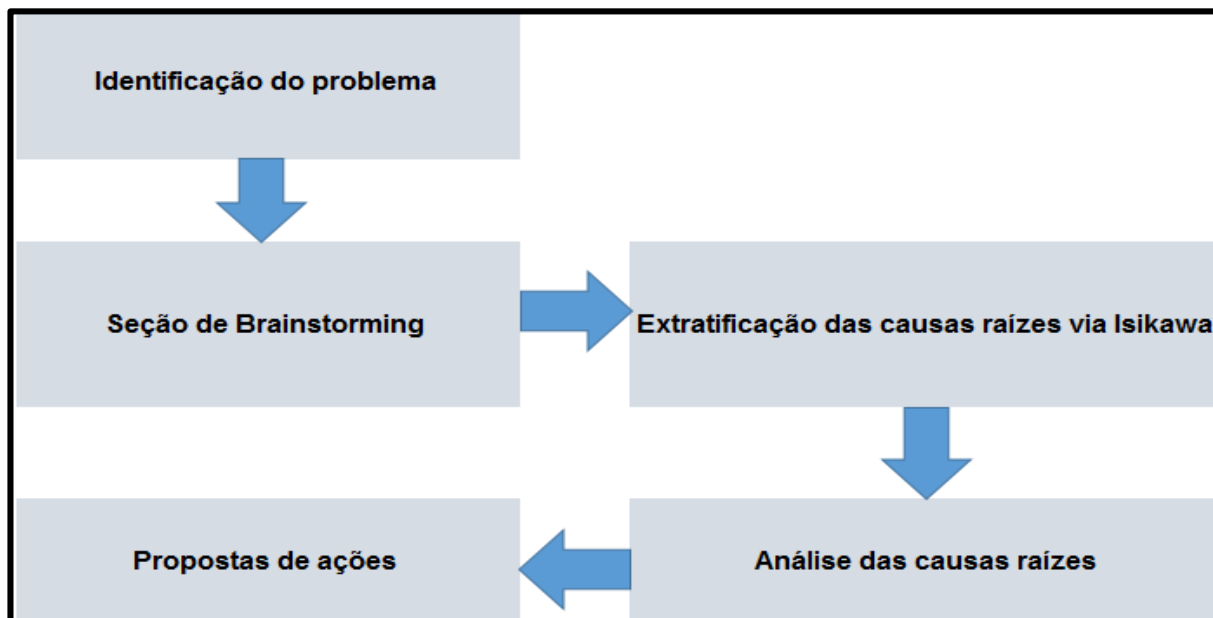
As marcas de ruptura vistas na Figura 3 são apresentadas no momento em que ocorre a união entre o papel miolo e a capa interna do papel. Tal marcas são feitas pela prensa metálica, que tem seu acionamento por meio de fluido hidráulico. O excesso de pressão hidráulica faz com que ocorram rupturas no papel, tal como quando o papel da capa interna tem uma gramatura relativamente baixa ou quando o conjunto tem ressonância, causando vibrações excessivas em faixas específicas de trabalho do conjunto ondulado.

Para garantia da qualidade foi solicitado ao setor de planejamento de manutenção para que fosse aberta uma ordem de serviço periódica. Nesta ordem, o mantenedor executa manutenção preventiva no conjunto ondulado, a fim de garantir que as pressões hidráulicas estejam em pleno funcionamento. Também foi elaborado treinamento com os operadores de máquina levando ao conhecimento deles a importância que tem em trabalhar com as pressões corretas de acordo com cada papel, além da inserção de faixas de trabalho no equipamento demonstrando qual a pressão correta a ser aplicada em cada gramatura específica de papel.

Segundo Brinson (1996), perdas e retrabalhos no processo não geram valor, pelo contrário, resultam em perda de tempo, dinheiro, mão de obra, perda de insumos, energia e tempo de máquina para confecção do mesmo produto novamente; desta forma, os custos da empresa são aumentados, porém, por outro lado, quando tais fatores são estudados e compreendidos, os problemas futuros podem ser neutralizados. Assim, os resultados obtidos no presente estudo mostram-se totalmente alinhados com a busca contínua e processual da melhoria.

A Figura 7 apresenta o fluxograma de ações que permitem visualizar o processo de identificação/resolução do problema situado neste trabalho:

Figura 7. O processo de resolução do problema.



Fonte: elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

O presente estudo mostra-se relevante ao buscar compreender melhor não somente das características de dimensionamento de uma embalagem, mas também das propriedades mecânicas do material utilizado e do próprio processo de melhoria contínua envolvido na fabricação. A utilização das ferramentas de qualidade, propostas neste trabalho, permitiu antever que a condição de absorção indevida pode não ser percebida no momento da concepção das embalagens e somente ser identificada no cliente/usuário final.

A detecção do problema relatado só foi possível pela investigação creditada, com respaldo das análises laboratoriais apresentadas. Vale ressaltar que há uma exigência interna de mercado que determina um índice Cobb de no máximo até 15g/m², pois entende-se que quanto menor o índice do papel maior será sua durabilidade em câmaras frias ou em processos em que os produtos sejam acondicionados nas caixas de papelão ainda molhados. Nada adianta a embalagem ter uma resistência mecânica determinada para composição dos papéis se no momento de sua utilização ela sofrer penetrações indevida de água em suas fibras. Tal absorção faz com que o papelão umedeça perdendo, assim, todas suas propriedades mecânicas e, desta forma, as caixas já não terão mais resistência em teste de coluna vertical ou muito menos em teste de compressão.

Ressalta-se que tais testes ocorrem no momento do empilhamento do produto final, pela empresa que utiliza a embalagem de papelão ondulado. O *feedback* da qualidade final da utilização da composição papelão ondulado/produto armazenado ocorre via serviço de assistência técnica.

As análises obtidas no presente estudo permitiram otimizar as características do papelão ondulado, prezando por sua facilidade construtiva, custo reduzido em relação à sua capacidade de contenção de produto e, principalmente, resistência mecânica. Toda a concepção estratégica apresentada neste estudo só foi possível com o amadurecimento da formação acadêmica em gestão da produção industrial, bem como a experiências profissionais dos seus autores.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. J. F. **Avaliação da quitosana como recobrimento para papelão ondulado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM-ISO 535**: Determinação da capacidade de absorção de água-Método Cobb. 1 ed. Rio de Janeiro: Copyright, 1999. 5 p.

BORGES, K. M. C.; PAIXÃO, J. N. V. Análise de perdas por setup na produção de descartáveis e a necessidade do engenheiro de produção como gerenciador de melhorias. **XXVI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru, 2019.

BRINSON, J. A. **Contabilidade por atividades**: uma abordagem de custeio baseado em atividades. São Paulo: Atlas, 1996.

CHIAVENATO, I. **Administração de Produção**: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

COELHO, C. U. F. **Introdução à Administração**. 2. ed. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 1999.

DEDINI, P. G. **Rigidez do papelão ondulado**: comparação entre resultados experimentais e os obtidos por cálculo analítico. Tese (Doutorado em Engenharia

Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

DINIZ, G. O. R. **Padrões de Qualidade no Desenvolvimento de Embalagens de Papelão Ondulado em uma Empresa de Médio Porte**. 2014. 57 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração de Empresas, Fundação Educacional Além Paraíba, Além Paraíba, 2014.

FURUKITA, A. C. **Aplicação do ciclo PDCA para redução do desperdício de embalagens de papelão**: estudo de caso em uma indústria alimentícia. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total**: à maneira japonesa. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 8ª edição. São Paulo: Atlas, 2018.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012.

O PAPEL: Indicadores. 2020. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/publicacoes.php?id=3148#anexo3909>. Acesso em: 26. jun. 2020.

ROSSI, N. P.; ANTUNES NETO, J. M. F. Análise do descarte de resíduos sólidos com tintas em uma empresa especializada em embalagens de papelão ondulado: estudo de caso. **Prospectus: Gestão e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 88-121, 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, L. F. R. **Estudo de perda por maquinismo em embalagens de papelão ondulado.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Toledo, Araçatuba, 2016.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesse referente a este artigo.