

## Utilização do DMAIC Como Ferramenta para a Redução de Perdas: Uma Aplicação no Processamento de Cacau

### Use of DMAIC as a Tool for Loss Reduction: an application in Cocoa Processing

---

Vinicius Costa Miguel\* – [vinicius\\_ios@yahoo.com.br](mailto:vinicius_ios@yahoo.com.br)  
Diego Castro Fettermann\*\* – [d.fettermann@ufsc.br](mailto:d.fettermann@ufsc.br)

\*Universidade Estadual de Santa Cruz – (UESC), Ilhéus, Bahia

\*\*Universidade Federal de Santa Catarina – (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina

---

#### Article History:

Submitted: 2016 - 04 - 27

Revised: 2016 - 07 - 25

Accepted: 2016 - 10 - 03

---

**Resumo:** O método DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve e Control) tem se apresentado uma ferramenta útil para estruturar projetos de melhorias de processo. Esse trabalho tem como objetivo a aplicação do método DMAIC para estruturar um projeto redução de perdas no processamento industrial do cacau. O projeto de melhoria priorizou o processo de prensagem, identificando como principal problema os resíduos de matéria prima durante o processamento. A partir da implantação da proposta de melhoria estruturada pelo DMAIC, foi projetada uma redução de perdas no processo de 80%, correspondendo 24 toneladas de cacau processado durante um ano.

**Palavras-chave:** DMAIC, Cacau; Melhoria contínua, Seis sigma, agroindústria, Theobroma cacao .

**Abstract:** The DMAIC method (Define, Measure, Analyse, Improve and Control) has performed a useful tool for structuring process improvement projects. This article aims at applying the DMAIC method to improve cocoa processing industry. The improvement project prioritized pressing process, identifying major problem as waste of raw material during processing. The implementation of the proposals provide for a reduction of 80% losses in the process, representing 24 tons of cocoa processed for one year.

**Keywords:** DMAIC; Cocoa; Continuous improvement, Six Sigma, agroindustry, Theobroma cacao.

## 1. Introdução

O cacau (*Theobroma Cacao*) tem sua origem nas florestas equatoriais na América Central e México, onde era consumido em função de sua capacidade de aliviar o cansaço (Beckett, 2002). Atualmente, o estado da Bahia representa o maior produtor de cacau no Brasil, correspondendo a 65,9% da produção nacional (IBGE/SIDRA, 2006). Apesar da importância local da produção de cacau, a produção nacional ainda é incipiente no mercado global, correspondendo a 5,3% da produção mundial, que possui os países africanos Camarões, Costa do Marfim e Gana como maiores produtores (ICCO, 2016). Mesmo o Brasil atuando entre os maiores produtores de cacau do mundo, o processo de industrialização das amêndoas é relativamente recente. Iniciou-se por volta da década de 1940, com surgimento primeiras fábricas, sendo que encontrou diversas dificuldades de desenvolver (Nagai, 1997).

Já na década de 80, com o aumento dos preços do cacau no mercado mundial e o incentivo estatal, esse setor recebeu grandes investimentos e o Brasil passou a ser um dos principais processadores de cacau mundo (Fold, 2002).

O processamento das amêndoas do cacau tem início nas fazendas após a colheita e finaliza-se na embalagem e moldagem dos subprodutos, tais como, manteiga de cacau, pó de cacau e licor de cacau. Na colheita, existem dois importantes processos, fermentação e secagem, sendo que os demais processos das amêndoas acontecem na indústria de processamento. Nas indústrias de processamento de amêndoas de cacau, apesar do maior controle que nas fazendas, ainda podem ocorrer perdas significativas durante o processamento do cacau que poderiam ser evitadas. A partir disso, medidas que contribuam para uma redução de tais perdas se constituem uma oportunidade para a melhoria do processo. Como resultado dessas melhorias, é atingido um incremento na qualidade do processo e, conseqüentemente, aumento na lucratividade uma vez que os resíduos são descartados ou vendidos a preço muito baixo.

Esses tipos de perdas podem acontecer em diversas etapas do processamento, tais como, moagem do nibs, prensagem da massa de cacau, moldagem do licor (massa de cacau após moagem), moagem da torta de cacau, embalagem de torta, entre outros. As perdas no processo são ocasionadas, na maioria das vezes, por vazamento, queda do produto e limpeza de equipamento.

Entre as metodologias recomendadas para estruturar projetos de melhoria em processos, pode ser utilizado o método DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) (De Mast

e Lokkerbol, 2012; Easton e Rozenzweig, 2012). Este método é amplamente utilizado na indústria para projetos de melhoria de processos, tais como de forjaria (Sahoo *et al.*, 2008); na indústria química (Kim *et al.*, 2003), na cadeia de suprimentos (Yeh *et al.*, 2007) entre outros. Diante disso, este trabalho tem por objetivo a aplicação do método DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) para estruturar um projeto de melhoria da qualidade no processamento do cacau na indústria, visando à redução de perdas significativas no processo seguindo as cinco etapas do método DMAIC.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1 Processamento de Cacau

O processo de beneficiamento de cacau é realizado em treze etapas: (i) fermentação das amêndoas; (ii) secagem das amêndoas; (iii) retirada de impurezas; (iv) etapa de torração; (v) descascamento; (vi) alcalinização do NIBS (cacau descascado e torrado); (vii) moagem; (viii) tratamento térmico; (ix) prensagem; (x) refino; (xi) moldagem de licor; (xii) moagem de torta e (xiii) reação para obtenção do granulado preto. As primeiras duas etapas são realizadas ainda na fazenda, sendo que as demais acontecem já na indústria de processamento.

Nas indústrias de processamento, as amêndoas secas chegam à área de recepção de cacau em sacos de 60 kg e são armazenadas para serem utilizadas de acordo a demanda da produção. O cacau então é transportado até as limpadoras e despejados nas moegas de alimentação para que sejam limpos de impurezas. Os resíduos são armazenados em big bags e entregues ao setor responsável para seus devidos fins. Acontece muitas vezes de o cacau vir com umidade alta e no transporte até as áreas de recepção de cacau ele se grude uns aos outros. Estas amêndoas são então armazenadas separadamente, reprocessadas e entregues novamente às limpadoras.

O cacau limpo é armazenado em silos e levados para os torradores, onde são submetidos a uma temperatura em torno de 105°C. Este procedimento é importante, pois contribui para as composições de aroma e sabor, reduzindo a umidade das amêndoas, tendo como ideal algo em torno de 1,5% a 3,5%. Em seguida, as amêndoas de cacau são descascadas, onde se separa a casca da semente. Esse cacau descascado e já torrado é chamado de NIBS. Do cacau processado, cerca de 84% é convertido em NIBS, o restante (16%) são impurezas, umidade e casca. Os resíduos (casca) são armazenados em big bags e utilizados na caldeira de combustível para os torradores a vapor, ou então, vendidos pela empresa. Antes de ser moído

o cacau pode passar por um processo de alcalinização onde se acrescenta uma solução de carbonato de potássio em água de acordo com o tipo de subproduto que se queira produzir.

Nos moinhos, o cacau é transformado em massa de cacau e armazenado em tanques. Posteriormente, é levado aos tratadores e passa por um tratamento térmico no qual sua temperatura é elevada a 105°C, com a finalidade de eliminar possíveis organismos microbiológicos. Este licor de cacau tratado é então prensado para que se separe a manteiga de cacau da torta de cacau, ou refinado e em seguida moldado.

Da massa de cacau que é prensada cerca de 56% é torta de cacau e 44% é manteiga de cacau. Nesta etapa de prensagem, a massa de cacau é levada até o homogeneizador para que seja misturada e bombeada até as prensas. Esta separação de manteiga e torta é obtida por meio de ciclos de prensagem hidráulica a pressão elevada.

A manteiga de cacau é filtrada para reduzir as impurezas e em seguida desodorizada. No processo de desodorização são retirados os odores da manteiga além de ácidos graxos o que torna a manteiga neutra e pronta para ser adicionada a fabricação de chocolate branco. A manteiga desodorizada ou natural pode ser embalada em caixas de papelão ou então embarcada a granel em caminhões tanque.

A torta de cacau extraída da prensagem é transportada e armazenada em big bags. Em seguida é levada até o moinho Raymond, responsável por moer a torta para obtenção do pó de cacau. A partir disso, é embalado e comercializado. A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo de uma fábrica processadora de amêndoas de cacau.

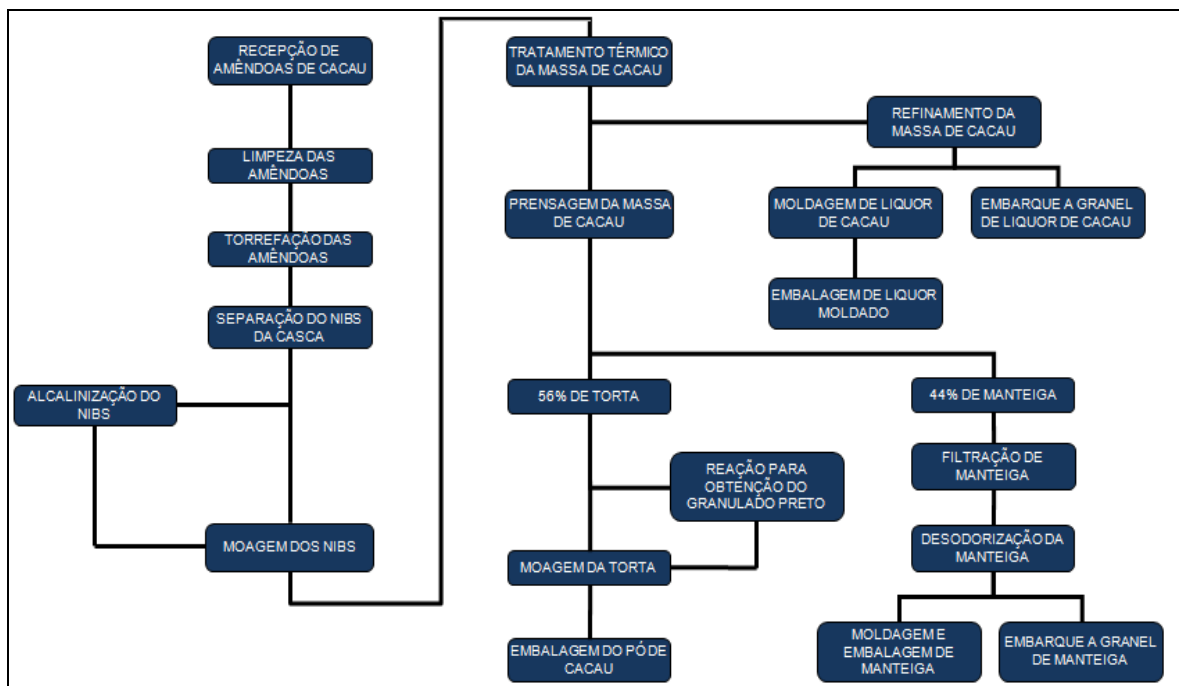


Figura 1 - Fluxograma do processamento de cacau na empresa em estudo

Fonte: Adaptado de Greenhalg (1997)

## 2. 2 Método DMAIC

O método DMAIC surgiu com a tarefa de reduzir variações, especialmente em processos de fabricação. O DMAIC possui funções similares aos seus antecessores na resolução de problema de fabricação, tais como o PDCA (De Mast e Lokerbool, 2012). A integração de diversas ferramentas às fases do DMAIC contribui para estruturar um método sistemático, capaz de promover a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos e/ou serviços e/ou processos nas organizações (Santos, 2006; Carvalho e Paladini, 2005).

## 3. Método

A execução do trabalho segue os procedimentos propostos pelo método DMAIC. Dessa forma, sua execução é realizada conforme as etapas do método e as atividades recomendadas pela literatura para cada etapa.

### 3.1. Caracterização da Empresa

A unidade fabril em questão consiste em uma filial de uma das maiores processadoras de cacau de alta qualidade no mundo, com experiência de mais de 150 anos de atuação no setor. A unidade fabril de processamento de cacau representada nesse trabalho está situada na cidade de Ilhéus/Bahia, possuindo cerca de trezentos funcionários, entre diretos e

terceirizados. A Unidade Fabril centro de estudo desse trabalho começou suas atividades na cidade de Ilhéus em 1996, com a compra de uma planta industrial já existente de uma antiga fábrica de processamento de cacau, fundada na década de 1960.

## 4. Resultados

### 4.1. Define

Nesta etapa, são apresentados os procedimentos desenvolvidos e as informações colhidas com o intuito de responder as seguintes questões:

- ✓ Definição do processo relacionado ao problema: a etapa do processo a ser analisado foi definida a partir de um indicativo de perdas de matéria prima em cada etapa do processo e pela facilidade de ação.
- ✓ Definição do impacto econômico do projeto: será mensurado a partir do valor da quantidade de resíduos do processamento do cacau destinado ao descarte a partir da solução proposta.

De acordo com as informações coletados junto aos operadores da produção e seus respectivos líderes da produção, as perdas de resíduos de matéria prima durante as etapas do processamento justificam a importância desse projeto para a empresa. Ademais, essas perdas geram custos para a empresa uma vez que produz retrabalho e redução na qualidade do processo, resultando em uma redução na capacidade de processamento instalada. Também é importante destacar a perda de lucratividade da empresa com a geração de resíduos no processo, visto que esses são descartados ou vendidos a um valor inferior.

A Figura 2 mostra o percentual de geração de resíduo durante o período de 14 a 20 de abril de 2013, correspondendo a uma semana de produção na unidade fabril.

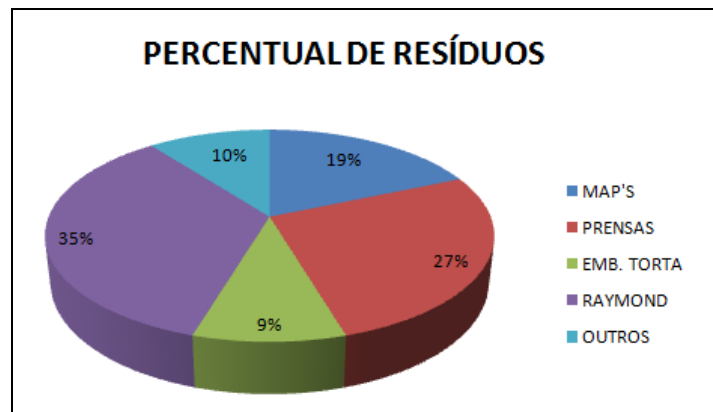


Figura 2 - Percentual de resíduos gerados em uma semana

Fonte: Adaptado Greenhalg (1997)

Entre as etapas de processos de beneficiamento do cacau, algumas resultam em grandes quantidades de resíduos. Ao identificarmos a facilidade de implementação das melhorias temos como destaque a etapa de prensagem. Esta etapa além de gerar grandes quantidades de resíduos, o processo de identificação das causas dessas perdas é mais visível, contribuindo para a proposição de melhorias no processo. De acordo com a facilidade de implementação de melhorias realizada nos processos, em reunião com os colaboradores da empresa foi priorizado o processo de prensagem.

#### 4.2. Measure

Nessa etapa foram utilizadas as seguintes técnicas:

- ✓ Mapeamento do processo: o mapeamento do processo será realizado a partir de observação direta e questionamento aos operadores dos equipamentos. Também serão analisados materiais informativos da empresa.
- ✓ Definir técnicas de coleta de dados: as coletas de dados de perdas de matéria prima serão realizadas a partir dos registros diários da produção os quais são alimentados pelos operadores. O período que será feita a análise é de uma semana, período suficiente em razão de o processo ser contínuo e não possuir muita variação ao longo do tempo.

De acordo com mapeamento do processo foram identificadas na Unidade Fabril nove prensas em operação. Essas prensas utilizam entre 180 a 250 kg de massa de cacau com um ciclo médio de 15 minutos, resultando em uma capacidade produtiva de 150 toneladas de

massa por dia. As prensas estão agrupadas na área da produção onde cada grupo tem um modelo de prensa (exceto o grupo das prensas H-8/10/13). As mais antigas representam o grupo das Nagemas e as mais modernas C&M (Carle & Montanari) e Duyvis. Todas as prensas possuem 12 painelas, exceto a C&M com 16 (Figura 3).

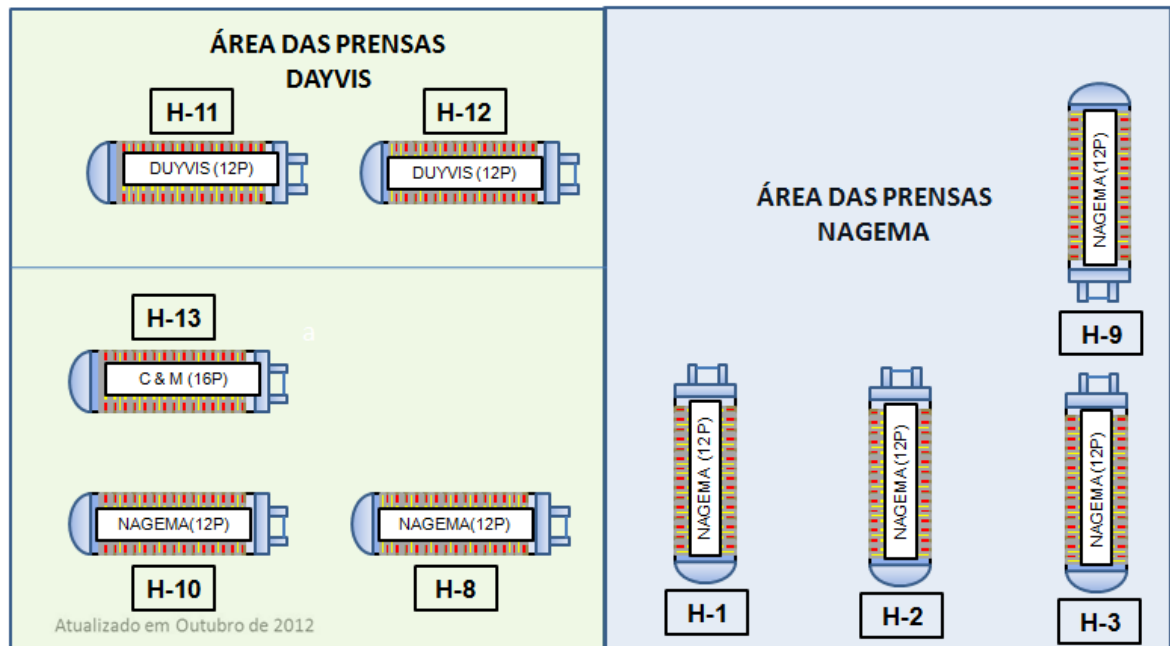


Figura 3 - Layout das prensas da unidade fabril

Fonte: Adaptado de Greenhalg (1997)

Após a massa de cacau sofrer um tratamento térmico é armazenada em tanques e posteriormente utilizada para ser prensada. Uma bomba puxa a massa até o homogeneizador, o qual é responsável por manter a massa de cacau em uma temperatura constante e homogênea. Outra bomba puxa a massa já homogeneizada para as prensas, de modo que as mesmas são carregadas. Este licor de cacau se armazena nas painelas que tem a função de armazenar a massa de cacau. Por meio de um sistema que utiliza pistões para alimentação do cilindro e cabeçote, o licor de cacau é prensado a uma pressão que por vezes ultrapassa 500bar. Nesse processo, separa-se a torta de cacau da manteiga de cacau. Esta manteiga cai na bandeja e é levada até a caixa de manteiga, em seguida é acomodada em tanques para posterior processamento.

Depois de terminado o ciclo de prensagem e extraída a manteiga, é iniciada a abertura das prensas, de modo que a torta de cacau presa entre as painelas cai sobre a calha de torta localizada abaixo da bandeja de manteiga. Dessa forma, a calha transporta a torta que passa por um triturador até ser depositada na eclusa (peça que gira e armazena pedaços de torta



triturados transportando-as até os elevadores responsáveis por carregá-las até os silos). Com a ajuda de um soprador a torta de cacau é elevada até os silos responsáveis por armazená-la para posteriormente serem embaladas em big bags. A partir deste processo são realizadas outras etapas do processo responsáveis para originar os diversos tipos de pó de cacau. Estes processos são monitorados e controlados pelos operadores utilizando o painel de controle. A Figura 4 ilustra, de forma genérica, o processo de prensagem de cacau.

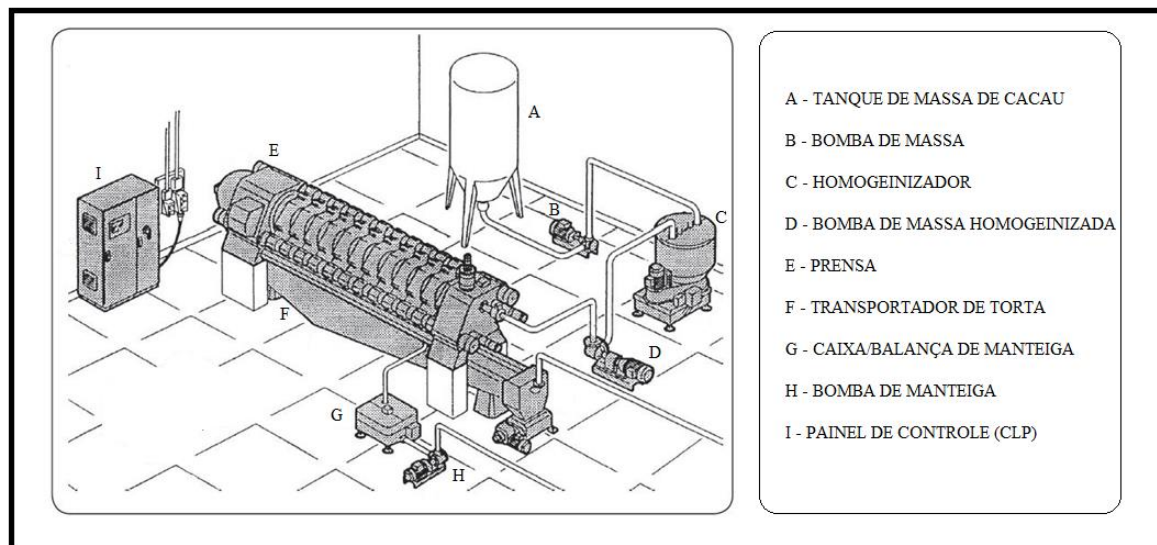


Figura 4 - Processo de prensagem

Fonte: Instruções de processo da unidade fabril

É importante destacar que nem todas as prensas funcionam exatamente da mesma forma, apesar de o princípio de funcionamento se manter o mesmo. O registro de produção contém informações, alimentadas pelos operadores, de modo a registrar o funcionamento do processo de prensagem, incluindo o controle da geração de resíduos da produção. Os operadores são responsáveis por coletar, pesar e anotar as quantidades de resíduos gerados no processamento do cacau durante seu turno de trabalho. Dessa forma, os registros de perdas no processo dependem exclusivamente dessa anotação realizada pelo operador (Figura 5).

**Controle de Prensagem - Prensas X e Y** Data: \_\_\_\_\_

		Prensa X		Prensa Y	
Inspeções	Turma				
Temperatura do Tanque LCS	100 a Y0°C				
Temperatura do óleo	Máx. 65°C				
Tempo após atingir 100 BAR	minutos				
Gordura do lote (tumo anterior)	10 a Y %				
Pressão do ar comprimido (Kgf/cm2)	Min 8				
Tela Rasgada	colocar a quantidade				
Troca de feltro					
Calha de manteiga	Limpeza (colocar Sim/ Não)				
Calha de cada prensa					
Limpeza de Painéis e molas com manteiga					
Trocar a manteiga do balde	1 vez/ tumo (sim/não)				
Leitura Inicial					
Leitura Final					
Total de Prensadas					
TQ de massa usado					
Tipo de Massa					

Pressão Geral do vapor (depois da válvula reguladora)	Min 2 Kgf/cm2		
Limpeza do imã			
Lote do liner usado			
Houve quebra de vidro ou plástico duro no setor?			

Turma			
Operador (nome)			
Pessoas que trabalharam no setor no dia			
Líder			

<b>Semestral (Janeiro e Junho)</b>	
Troca do elemento flexível do silo de torta (embaixo prensa) Quem fez	
IT-36-Controle de Processo - Prensas H11 e H12 - Rev C3	

RESÍDUOS DE LIMPEZA (kg)			
X			
Y			
<b>Toda 2ª feira - 1º turno</b>			
		Sim/Não	Quem fez

Calha central	Limpeza e Sanitização		
Redler			
Utensílios			
Suporte dos utensílios			
Balde de manteiga			
Pulverizar o quebrador com sanitizante			
Silo torta (embaixo prensa) - Trocar o filtro do suspiro			

<b>Anual (Janeiro)</b>		Quem fez
Soprador - Troca do filtro absoluto Silo da sala de embalagem de torta - troca dos filtros-manga		

Figura 5 - Registro da produção – Prensas

Fonte: Empresa objeto de estudo

A partir dos dados da geração de resíduos foi possível mensurar a quantidade de material descartado no processo pelos grupos de prensas, como apresentado na Figura 6.

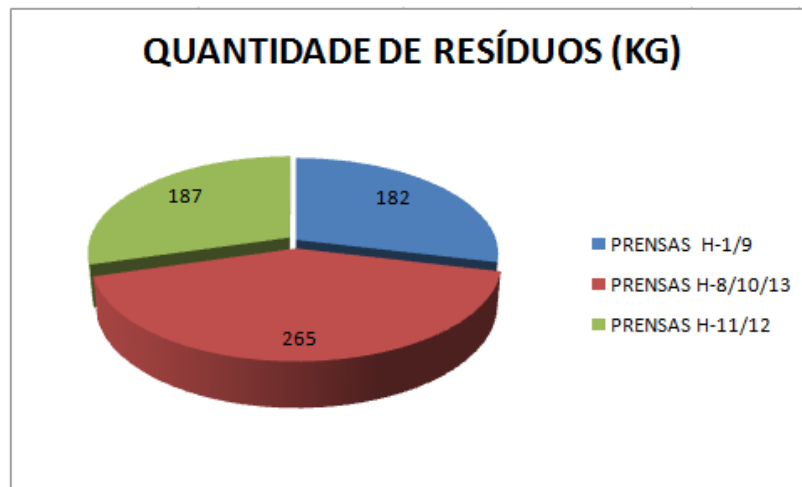


Figura 6 - Quantidade de resíduos gerados pelos grupos de prensas

Fonte: Dados de pesquisa coletados no período de 14 a 20 de abril de 2013

Durante a semana de 14 a 20 de abril de 2013, o processamento de prensagem gerou uma quantidade de resíduo de 634 kg. Dada as pequenas variações no volume de produção da empresa, este volume corresponde a aproximadamente 2.717kg de resíduos descartado durante um mês no processo de prensagem.

#### 4.2. Analyse

Alguns tópicos foram essenciais para execução desta etapa, tais como:

- ✓ Reunir as informações de forma a facilitar a identificação do problema: analisar todas as informações identificadas nas etapas anteriores, a fim de identificar das causas raízes do problema.
- ✓ Identificar as causas do problema: por meio de investigação no ambiente fabril e coleta de informações com líderes de produção e operadores foi possível identificar as razões da geração de resíduos no processo. Além disso, nesta etapa foi realizada a conversão dos dados históricos brutos das perdas em informações relevantes de maneira a possibilitar a compreensão das origens de resíduos bem como identificar as causas mais importantes.

Foram realizadas diversas atividades de brainstorming com os colaboradores da produção, bem como, os operadores, líderes e supervisores a fim de investigar possíveis causas dos problemas de geração de resíduos. Também foi desenvolvido o diagrama de Ishikawa

(Werkema, 2013). Nesse caso, as causas das perdas no processamento de cacau durante o processo de prensagem são demonstradas na Figura 7.

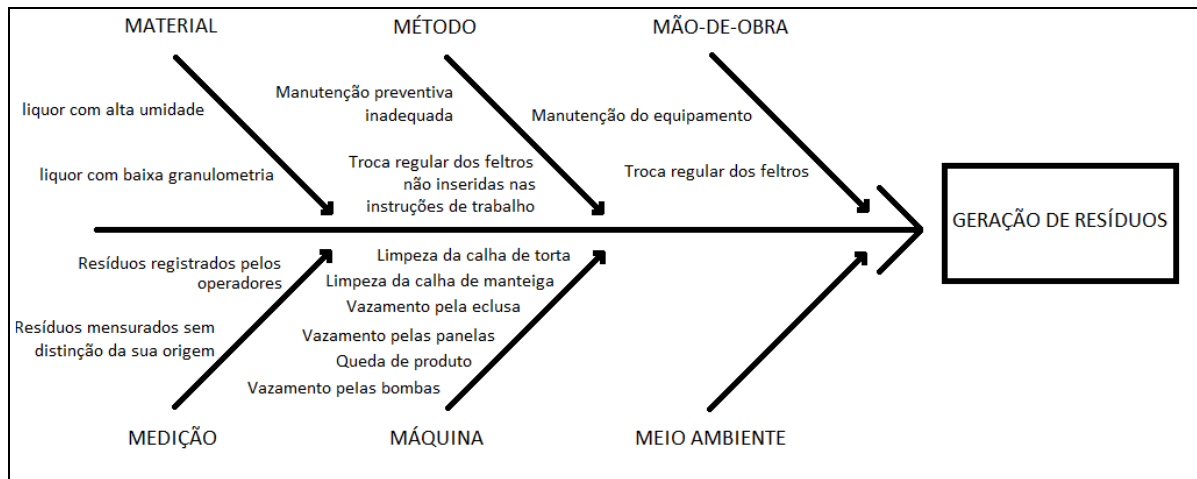


Figura 7 - Diagrama de Ishikawa para análise de geração de resíduos

Fonte: imagem extraída no ambiente fabril em abril de 2013

Foram identificadas três formas essenciais de geração de resíduos nos equipamentos responsáveis pela prensagem (prensas), tais como, vazamento de massa, principalmente pelas panelas, queda do produto pelo transportador de torta e vazamento de torta na área da eclusa posterior ao quebrador de torta. Cada uma dessas perdas é mais bem exemplificada a seguir:

- Vazamentos nas panelas: estes vazamentos podem ocorrer por bombas que tem a função de puxar a manteiga extraída no processo, pela mangueira que transporta a manteiga até os tanques de armazenamento ou principalmente pelas panelas carregadas de licor de cacau a ser prensado. O vazamento de massa de cacau a partir da panela é aparado pela calha de manteiga, que é uma bandeja a qual tem a função de receber a manteiga extraída pelo processo de prensagem (Figura 8). A partir da Figura 8 é possível perceber que a manteiga de cacau está misturada à massa de cacau. Esta massa de cacau, quando em pequenas quantidades, é levada junto à manteiga e posteriormente filtrada;

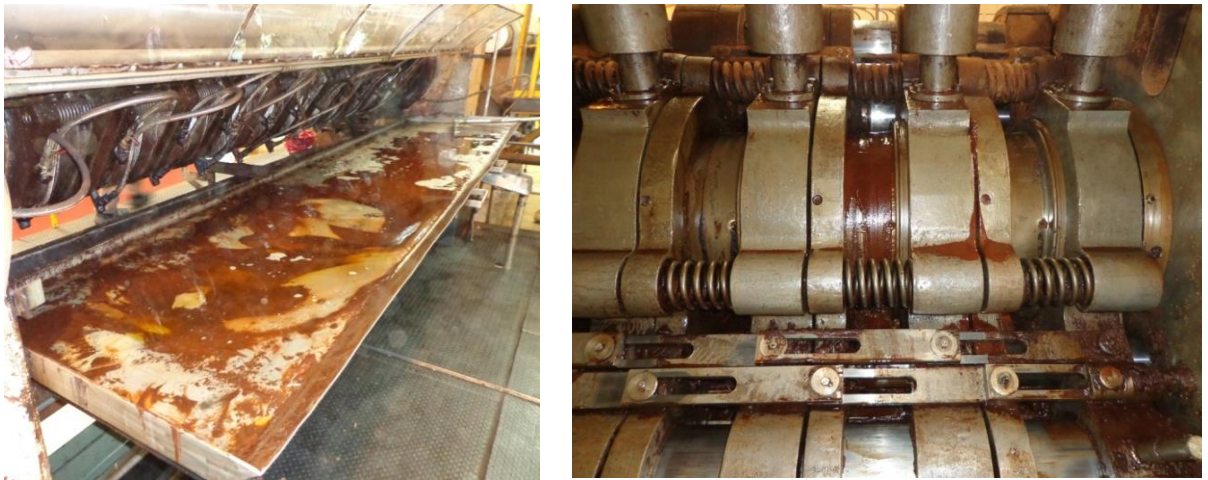


Figura 8 - Vazamento oriundo das panelas das prensas

Fonte: imagem extraída no ambiente fabril em abril de 2013

- b) Transportadores - abaixo da calha de manteiga de cacau existe a calha de torta de cacau, que recebe a torta extraída e a transporta para ser triturada e moída. Muitas vezes, a torta por ser maior que esta calha acaba caindo pelos lados, derramando no chão. Este tipo de perda ocorre bastante na prensa H-13, por ter seus pratos maiores que as demais. Segundo uma estimativa feita pelos operadores, grande parte dos resíduos são causados pela queda do produto (Figura 9);



Figura 9 - Resíduos gerados por queda do produto

Fonte: imagem extraída no ambiente fabril em abril de 2013

- c) Vazamentos nas eclusas - outro tipo de resíduo bastante comum é o vazamento de torta de cacau na área de eclusa posterior ao quebrador de torta. Ao cair na calha de torta, a torta do cacau é transportada por meio da vibração da calha até o quebrador a



fim de ser triturada. Após o quebrador, a torta de cacau é direcionada para a eclusa, a fim de ser encaminhada para os elevadores e por fim aos silos. A eclusa é cercada por peças metálicas que estão soldadas e, por meio de falhas dessas soldas acabam gerando resíduos que em sua maioria se acumula em forma de pó devido à pequena espessura destas falhas (Figura 10).



Figura 10 - Geração de resíduo através da eclusa

Fonte: imagem extraída no ambiente fabril em abril de 2013

#### 4.2 *Improve:*

Nessa etapa são apresentadas soluções para os problemas identificados como geradores de resíduos. Estas melhorias estão baseadas no estudo desenvolvido, na experiência dos pesquisadores e colaboradores da empresa. Ao final desta etapa é mensurado o benefício econômico projetado a partir da implementação das melhorias no processo, e consequente redução das perdas comparadas ao estado anterior.

- a) **Melhoria 1- Vazamento nas painéis:** foram identificadas algumas razões que podem causar este tipo de vazamento, tais como: elevada umidade da massa de cacau, massa com maior granulometria, fazendo com que a pressão a ser exercida pela prensa seja maior, além da falta de manutenção dos feltros. O feltro é uma espécie de borracha colocada ao redor do prato para que seja feita a vedação. Entre as opções, foi inicialmente desenvolvido um plano para inspeção e manutenção/substituição dos feltros. Essa solução foi priorizada em razão da fácil operacionalização e do seu baixo custo de implementação.

- b) **Melhoria 2- Transportadores:** para solucionar esta geração de resíduos selecionou-se uma medida simples e eficiente. Foram desenvolvidos anteparos laterais no transportador, fazendo com que este possua uma maior superfície para o transporte e evitando a geração de resíduos.
- c) **Melhoria 3 - Vazamento nas eclusas:** Para sanar este vazamento poderiam ser fixadas cantoneiras de aço de modo a reforçar as arestas das eclusas. Dessa forma, esta medida além de ser viável por ter um custo baixo de implantação torna-se uma solução eficiente na minimização de resíduos oriundos da etapa de prensagem

#### 4.3 Control

Por fim, recomenda-se realizar o controle dos resultados obtidos por meio da implantação do plano de melhoria. Em razão da não implementação das melhorias propostas não foi possível mensurar o impacto financeiro das mesmas. Entretanto é possível realizar uma previsão do efeito financeiro em razão da minimização das perdas a partir da implementação das propostas. Na etapa medir, foi identificado em uma semana de operação a quantidade de resíduo gerado pelas prensas equivale a 634kg, resultando em aproximadamente 2.717kg de resíduos descartado/mês. A análise exata dos custos desta quantidade de perdas no processo é complexa, visto que representam diversas matérias primas em processamento, tais como torta de cacau, massa de cacau e manteiga de cacau. Cada um desses subprodutos possui um valor de venda. Ao considerarmos que todo esse resíduo seria transformado em pó natural, o subproduto de menor valor da unidade (US\$2.500/Ton), o potencial de ganho com a implementação das melhorias poderia atingir até o montante de US\$ 81.510,00/ano. Segundo os supervisores da produção, a partir da implantação destas propostas de melhoria seria possível atingir uma redução do volume das perdas no processo em até 80%. Esta redução corresponde a aproximadamente um peso de 500kg/semana, correspondendo a 24 ton/ano. A partir da avaliação desta melhoria no processo, resultaria em uma economia de US\$60.000 ao ano para a empresa.

## 5. Conclusões

Esse trabalho tem como objetivo a aplicação do método DMAIC para estruturar um projeto redução de perdas no processamento industrial do cacau. A metodologia utilizada foi essencial para a execução do trabalho, oferecendo uma abordagem ampla e aprofundada dos problemas. O envolvimento de diversos colaboradores da área de produção também se apresentou fundamental para a análise dos problemas. Os resultados obtidos se apresentaram

importantes para a empresa, pois identificaram e mensuraram de forma clara o potencial econômico para a implantação das melhorias propostas neste estudo.

## REFERÊNCIAS

- Beckett, S. T. (1994). *Fabricación y utilización industrial del chocolate*. Zaragoza: Acribia.
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2): 604-614.
- Easton, G. S., & Rosenzweig, E. D. (2012). The role of experience in six sigma project success: An empirical analysis of improvement projects. *Journal of Operations Management*, 30(7): 481-493.
- Light, I. (2006). *Deflecting immigration: Networks, markets, and regulation in Los Angeles*. New York: Russell Sage Foundation.
- Fold, N. (2002). Lead Firms and Competition in 'Bi-polar'Commodity Chains: Grinders and Branders in the Global Cocoa chocolate Industry. *Journal of Agrarian Change*, 2(2): 228-247.
- International Cocoa Organization (ICCO). (2016). *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*. Vol. XLII, No.1, Cocoa year 2015/16. Disponível em: [http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat\\_view/30-related-documents/46-statistics-production.html](http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/46-statistics-production.html)
- Kim, M., Lee, Y. H., Han, I. S., & Han, C. (2003). *Quality improvement in the chemical process industry using Six Sigma technique*. *Computer Aided Chemical Engineering*, 15: 244-249.
- Nagai, S. (1997). *Dinâmica concorrencial da cadeia de produção agroindustrial do chocolate cobertura: panorama atual e perspectivas futuras*. UFSCar, São Paulo.
- Rodrigues, M., Medina, C., Pratas, N. & Oliveira S. (2007). *Processo do Cacau – Escola Superior Agrária*. Coimbra.
- Sahoo, A. K., Tiwari, M. K., & Mileham, A. R. (2008). *Six Sigma based approach to optimize radial forging operation variables*. *Journal of materials processing technology*, 202(1): 125-136.
- Werkema, C. (2013). *Métodos PDCA e DMAIC e suas Ferramentas Analíticas*. São Paulo-SP: Elsevier Editora Ltda.
- Yeh, D. Y., Cheng, C. H., & Chi, M. L. (2007). *A modified two-tuple FLC model for evaluating the performance of SCM: By the Six Sigma DMAIC process*. *Applied Soft Computing*, 7(3): 1027-1034.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)