

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**LÁZARO LUCIMAR CHAVES**

N. CLASS.	ME20 009 6
CUTTER	6512 0
ANO/EDIÇÃO	2013

***RETROFITTING EM MÁQUINA ALIMENTÍCIA: Máquina de Macarrão Instantâneo***  
**Lámen**

**Varginha**  
**2013**

**FEPESMIG**

**LÁZARO LUCIMAR CHAVES**

***RETROFITTING EM MÁQUINA ALIMENTÍCIA: Máquina de Macarrão Instantâneo***  
**Lámen**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas/Unis-MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Prof. Esp. Alexandre Lopes.

**Varginha**  
**2013**

**LÁZARO LUCIMAR CHAVES**

**RETROFITTING EM MÁQUINA ALIMENTÍCIA: Máquina de Macarrão Instantâneo  
Lámen**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica  
do Centro Universitário do Sul de Minas/Unis-MG,  
como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel  
pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em     /     /

---

Prof. Me. Alexandre Lopes

---

Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

---

Prof. Esp. Luciene de Oliveira Prósperi

OBS.:

Dedico este trabalho aqueles que contribuíram e acreditaram na sua realização. Principalmente a minha esposa que me deu todo apoio para que pudesse concluir mais uma etapa estudantil de minha vida. Agradeço também a Deus que me guiou e orientou durante esses cinco anos.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais, a minha esposa, professores, amigos e colegas pôr terem contribuído na execução deste trabalho.

“Não encontro defeitos. Encontro soluções.  
Qualquer um sabe queixar-se.”

*Henry Ford*

## RESUMO

Na engenharia é essencial o constante desenvolvimento de métodos de produção acessíveis e eficazes, sempre seguindo as normas técnicas de segurança, além de acompanhar o desenvolvimento tecnológico que tende a obter maior lucro com menos custo. Esse trabalho tem como objetivo mostrar que a preocupação com a sustentabilidade e a escassez de matéria prima leva as empresas a repensar em otimizar seus equipamentos antigos, aproveitando sua estrutura antiga, porém robusta, e adaptá-la as tecnologias de automação unidas com um novo conceito de mecânica, mais leve e também eficiente. A pesquisa comprova também que o antigo e o novo podem se consolidar em reprojatos que venham a satisfazer a necessidade de uma empresa, depois de um estudo através de análises e cálculos, sem interferir no meio ambiente. O estudo de caso visto neste trabalho foi feito com uma máquina denominada “Máquina de Macarrão Instantâneo”, sendo um equipamento novo, porém com erros de projeto, o que ocasionou mudanças para corrigi-los e novas ideias que aumentasse sua produtividade e diminuísse suas paradas por quebras indesejáveis.

**Palavras-chave:** Macarrão Instantâneo. *Retrofitting*. Produção.

## **ABSTRACT**

*Engineering is essential to the constant development of production methods accessible and effective , always following technical safety standards , and follow technological development that tends to make more profit with less cost. This work aims to show that concern for sustainability and shortage of raw materials leads companies to rethink optimize their old equipment , taking advantage of its ancient structure , yet robust and adapt it automation technologies together with a new concept mechanical , lighter and also efficient. The research also shows that old and new can consolidate into redesign that will satisfy the needs of a company , after a study through analysis and calculations , without interfering with the environment. The case study since this work was done with a machine called " Instant Noodle Machine " , and a new outfit , but with design errors , which caused changes to correct them and new ideas that increase your productivity and decrease your stops by undesirable breaks .*

**Keywords:** *Instant Noodle . Retrofitting . Production*



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mamokufu Ando .....	12
Figura 2 - Vista aérea da planta Machado – MG .....	14
Figura 3 - Máquina de Instantâneo.....	15
Figura 4 - Exemplo de ações e critérios baseados na produtividade de um equipamento .....	17
Figura 5 - Relatório Mensal Hipotético de um equipamento .....	20
Figura 6 - Quebra pelotas .....	22
Figura 7 - Conjunto do 1ª e 2ª rolos pré-laminadores sem modificações realizadas .....	23
Figura 8 - Conjunto Transmissão (esticador não coerente) sem modificações realizada .....	23
Figura 9 - Conjunto Transmissão com as modificações realizadas .....	24
Figura 10 - Sensores ópticos para controle das folhas de massa.....	25
Figura 11 - Rolo formatador com regulagem.....	26
Figura 12 - Guias de nylon.....	27
Figura 13 - Antigo posicionamento do controlador de peso .....	28
Figura 14 - Novo posicionamento do controlador de peso .....	28

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 HISTÓRIA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Macarrão Instantâneo.....	12
2.2 Caracterização da Empresa .....	12
<b>3 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>16</b>
3.1 Reprojetado .....	16
3.1.2 Verificação de Produtividade.....	16
<b>4 O EQUIPAMENTO .....</b>	<b>18</b>
4.1 Conceito.....	18
4.2 Reforma da Máquina .....	18
4.2.1 Parâmetros que definiram a reforma .....	19
4.2.1.2 Custo do Reprojetado.....	19
4.2.1.3 Disponibilidade .....	19
4.2.1.4 Produtividade .....	20
<b>5 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>22</b>
5.1 Problemas e soluções.....	22
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O *retrofitting* de máquinas significa melhoria em um equipamento, não necessariamente velho, pois é um aperfeiçoamento, qualquer alteração que venha à melhorar a eficiência do equipamento, não somente do produto como todo um processo, seja qual for a área aplicada que abrange desde mecânica e se estende na civil e elétrica e outras áreas. Por muitas vezes é a solução para empresas que desejam dar uma "sobrevida" para um equipamento antigo, mantendo suas características periféricas, com perfeito estado de conservação mecânica, deixando-o mais moderno de acordo com as especificações atualizadas e tecnologia da automação.

Aquela ideia de que equipamento antigo é melhor pode até ser coerente, quando se pensa em robustez ou que dure mais. Mas como o assunto hoje é a sustentabilidade, a escassez de matéria prima e o mais importante, a reciclagem viu-se a necessidade de melhorar o equipamento ao invés de substituí-lo, pois é uma prática viável e de ótimos resultados, tão satisfatório quanto de uma máquina nova.

Como vantagens do Retrofitting temos: Aumento da produtividade; Redução dos períodos de inatividade; Redução de riscos; Recursos de programação mais simples; Garantia de eventuais peças de reposição por um longo período; Alternativa para novos investimentos; Maior retorno.

Fazer análises do processo com acompanhamento, verificando a mecânica e o comportamento da máquina como diferenças de velocidades nos rolos laminadores, densidade e consistência da massa, umidade e componentes da mistura, capacidade de compactação dos rolos laminadores e dos rolamentos usados nos conjuntos. Assim, com o estudo dos problemas catalogados, interferir com melhorias que aumentem a produção efetiva da máquina, que a princípio era de 1300 Kg/h, para 1600 kg/h e diminuindo suas paradas indesejáveis com manutenção corretiva não programada.

## 2 HISTÓRIA

### 2.1 Macarrão Instantâneo

Acredita-se que a invenção do macarrão instantâneo deu-se na China, com o nome de E-fu, no século XVI. Entretanto, o inventor de nossos dias foi Momofuku Ando, nascido em Taiwan em 1910 durante a ocupação japonesa.

Movido pelo desejo de produzir um alimento de qualidade, com baixo custo e fácil de preparar, o senhor Ando lançou-se em incansáveis pesquisas, já que o desafio não era pequeno e grandes dúvidas surgiram.

Momofuku Ando, precisava transpor alguns obstáculos: como eliminar totalmente a água do macarrão já cozido; como acondicioná-lo em porções individuais; como reidratá-lo; como torná-lo adequado ao consumo; como mudar o sabor. As resposta vieram dez anos depois em 1958 com Chickem Ramen. O primeiro macarrão instantâneo do mundo. A novidade chegou ao Brasil em 1965.

Figura 1 - Mamokufu Ando



Fonte: Acervo Santa Amalia

### 2.2 Caracterização da Empresa

O Pastificio Santa Amália era uma empresa familiar, desde seu início vem mostrando sua força e tendo como objetivo liderar o mercado de massas em Minas Gerais e em seguida no mercado nacional.

Hoje a empresa que é líder no mercado de massas alimentícias em Minas Gerais foi fundada em 1955 na Cidade de Machado, primeiramente como indústria de massas.

Nelson Garcia fundou uma empresa de fabricação de massas alimentícias caseira, mais especificamente o macarrão, que ganhou o nome de Biscaro e Cia. Poucos funcionários faziam um trabalho praticamente artesanal de fabricação de macarrão, onde, era dependurado em varas, transportado para o secador confeccionado em madeira, tudo de forma manual, a secagem da massa era e ainda é realizada em caldeiras a lenha, onde era introduzido o ar quente para dentro do galpão, em seguida o macarrão recebia o corte do espaguete e era embalado de forma manual.

No ano de 1960, Luís Carlos Garcia juntamente com seu primo Rubens Garcia compraram a Biscaro e Cia, surgindo assim o Pastificio Santa Amália. A produção era vendida no interior de Minas e capital. Mais tarde Luís Carlos Garcia compraria a parte de seu primo Rubens Garcia, sendo que no ano de 1961 Fernando Garcia e Varnei Penha, vieram a se tornar sócios da empresa.

Passadas quatro décadas, a Santa Amália já era sinônimo de qualidade em massas no estado de Minas Gerais. Como a marca já estava sendo reconhecida na sua área de atuação, a empresa passou a ter uma visão de expansão, na qual criou a extensão de sua Marca, onde, esta veio a dar um forte impulso no seu faturamento geral.

No ano de 1992, a empresa passou por importantes mudanças. Como à chegada do quarto sócio, o italiano Giovanni Bragagnolo, engenheiro eletro-mecânico e projetistas de máquina de fabricação de massas que deu importantes contribuições tecnológicas e passou a fazer parte da diretoria da empresa juntamente com o Sr. Luiz Garcia e o Sr. Varnei Penha.

Com o crescimento da empresa no mercado, a Santa Amália passou por diversas transformações para se adequar às exigências do mercado, ampliando sua estrutura e produção de massas.

Uma das principais mudanças foi à implantação de um programa de Qualidade Total. O resultado pode ser visto nas embalagens que trazem a informação de que o Pastificio ganhou o prêmio de Qualidade Brasil 1996 e 1998 da International Exporter's Service.

**Figura 2** - Vista aérea da planta Machado – MG



**Fonte:** Acervo Santa Amália

O Pastificio Santa Amália é uma marca mineira de sucesso e que produz com qualidade, e como retorno dessa qualidade e após suas mudanças para melhor atender o mercado, o Pastificio foi ganhador do prêmio Top of Mind da CDL-MG (Câmara dos Dirigentes Lojistas de Minas Gerais), nos anos de 99, 00, 01 e 2004.

O seu crescimento despertou interesses internacionais, que ao ser anunciada a venda obteve várias ofertas e que se concretizou com o grupo Alicorp S.A..

A Alicorp é um grupo peruano bem consolidado dedicado ao desenvolvimento de produtos industriais, bens de consumo, nutrição humana e animal, atendendo os padrões internacionais de qualidade e competitividade. E nos últimos anos, a empresa aumentou seus níveis de produção consolidando a sua liderança em diversas categorias.

Ao longo dos anos Alicorp tem construído uma história de contínuo crescimento e melhoria operacional. Sua estratégia é baseada na consolidação dos negócios existentes, o lançamento de novos produtos, buscando expansão internacional e aquisições.

Assim, Alicorp reforça uma forte posição financeira apoiada pela inovação e desenvolvimento de seus recursos humanos, a conformidade com padrões internacionais de qualidade e comportamento competitivo e socialmente responsável.

Figura 3 - Máquina de Instantâneo



Fonte: Autor

### **3 DESENVOLVIMENTO**

A perda de produto desde o início até o final do processo, seja por quebra de equipamento ou por erro de projeto trás um prejuízo de R\$140.000,00 por mês. Apesar de parte dessa perda estar incluída no processo é de extrema importância que diminua esse índice, pois a empresa pode investir em novos projetos com a redução dessa perda significativa. Com isso, deu-se início a reavaliação do projeto com necessidade de análises com acompanhamento coletando dados reais para um reprojeto.

Com o desenvolvimento as máquinas foram se tornando cada vez mais rápidas, mais complexas, mais leves e com as consequentes deficiências, tais como fator de segurança menor, necessidade de matéria prima com padrão de qualidade mais elevado,... (NEPONUCENO, 1989, p.02).

#### **3.1 Reprojeto**

O reprojeto foi baseado em análises de campo e não segue a risca as literaturas, pois as modificações são fundadas no intuito de prolongar a vida de alguns componentes como correias, rolamentos, entre outros, evitando o aumento de custo da manutenção por reduzir o número de componentes.

Reprojeto é uma palavra que vem da união da palavra “projeto” com o prefixo “re”. O prefixo “re” vem do latim e se refere a repetição ou reforço, como mostra ALMEIDA (1985), sendo assim significa a repetição no sentido de reforçar as medidas com o propósito alcançar os objetivos estimados na concretização das melhorias.

##### **3.1.2 Verificação de Produtividade**

A verificação da produtividade tem papel importante para a tomada de uma decisão em relação ao equipamento. O gerente de produção é de extrema importância nesse quadro de manutenção corretiva, pois os dados que ele fornece ao se cruzarem com os da manutenção nos fornece um gráfico em que o recurso a ser tomado seja o mais viável. Há vários fatores que influenciam a produtividade de um equipamento, dentre eles podemos citar:

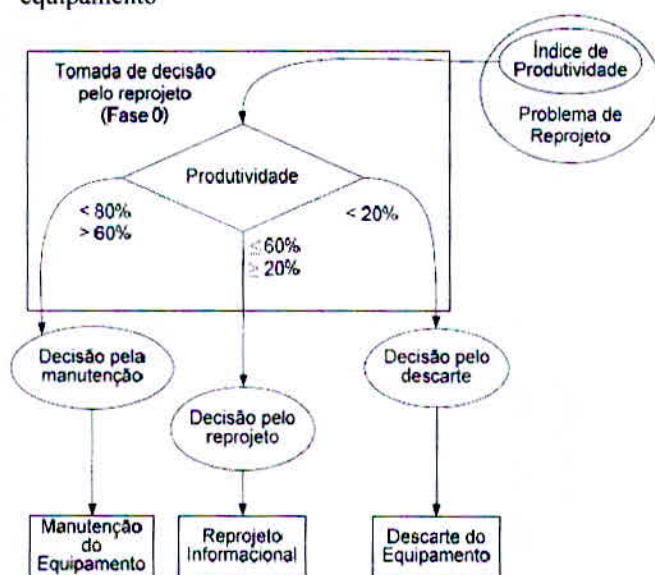
- a) Queda da produtividade por quebras sequenciais de partes do equipamento;
- b) Índice de vendas superior ao produzido, forçando aumento de produção;



- c) Pressões externas do mercado em relação à qualidade do produto;
- d) Regularização às normas trabalhistas e ambientais;
- e) Falta de um planejamento adequado de manutenção e PCP.

A avaliação da produtividade do equipamento determina sua manutenção, sua reforma ou até mesmo sua desativação. Os valores se seguem entre 60% e 80% deve se fazer a manutenção, entre 60% e 20% deve-se partir para o reprojeto e ficando abaixo dos 20% o mesmo será desativado. Como se segue o diagrama abaixo:

**Figura 4** - Exemplo de ações e critérios baseados na produtividade de um equipamento



Fonte: PINHEIRO, 2006.

## **4 O EQUIPAMENTO**

### **4.1 Conceito**

A máquina de instantâneo é um equipamento, cuja mecânica é simples, composta de dois pares tanques de mistura dos sais (usados na formulação da massa), essa mistura é direcionada para a amassadeira, onde se mistura com a farinha. Na amassadeira é misturada, ficando homogeneia, logo é direcionada ao tanque de descanso num período de 15 a 20 minutos. Após esse tempo é liberada para os dois pares de rolos pré-laminadores que ficam abaixo, onde formam duas folhas de massa que se juntam passando pelo segundo conjunto de rolos pré-laminadores, formando uma única folha, reduzindo sua espessura. Em seguida inicia-se a laminação, passando por seis pares de rolos laminadores, onde a folha chega ao rolo formatador com espessura de 1,0 mm depois de ter início com 12,0 mm e largura de 1,25 mm.

Agora a massa entra na fase de cozimento, cujo propósito é de pré cozê-la, sendo transportada por esteira de inox numa câmara de vapor chamada de cozedor e ao final passa pelo corte e dobra e levado para a fritadeira. Após a fritura é passado para o secador, retirando o excesso de óleo e resfriando com o auxílio de ventiladores helicoidais sendo embalado em seguida depois de ser passado pelo controle de peso.

### **4.2 Reforma da Máquina**

O equipamento em questão é simples mas seu sincronismo é de suma importância, pois são vários conjuntos de rolos laminadores equipados com sensores que controlam a tensão da folha de massa laminada fazendo a variação de velocidade necessária para evitar o rompimento por tensão ou afrouxamento da mesma. Já no início do processo constatou-se a dificuldade da massa passar pelos primeiros pares de rolos pré-laminadores, em seguida a variação de velocidade entre o primeiro e o segundo pré-laminador, onde se controlava a variação alterando a abertura dos rolos do segundo conjunto pré causando fadiga no mesmo provocando perda excessiva de produto, além da troca do fuso de regulagem que se quebrava periodicamente.

#### 4.2.1 Parâmetros que definiram a reforma

O critério para a decisão da intervenção do equipamento, mobilizando-o para uma reforma, é definido através de análises de acompanhamento e estudo do projeto inicial, dando ênfase na proposta de reprojeção. As informações coletadas, incluindo as fornecidas pelo operador, que é a peça fundamental, pois é ele que tende a completar o contexto e, com certeza, através de suas informações consegue-se aprimorar o equipamento de acordo com as normas de acessibilidade e ergonômicas. A união dessas informações é de extrema importância para o sucesso do reprojeção.

Através das informações coletadas traça-se um parâmetro, o qual abre espaço para definir uma estratégia de reforma sem ultrapassar o orçamento, viabilizando um cálculo mais próximo do real, buscado a simplicidade aumentando a produtividade e reduzindo o custo.

#### 4.2.2 Custo do Reprojeção

Como se sabe, todo trabalho gera um custo, tanto um novo projeto como também um reprojeção. Esse custo é variável dependendo do material a ser empregado, e nesse caso não foi alto, pois o projeto original havia superdimensionamento no motor de acionamento dos rolos pré-laminadores, como por exemplo. . Neste estudo não há planilha de custo, pois os materiais utilizados já estavam a disposição em estoque. Para a tomada de decisão de um reprojeção deve-se ter certeza através de um monitoramento rígido do equipamento, além da viabilidade do reprojeção. Dentre esses custos são contabilizados os direta e indiretamente, podendo envolver até mesmo serviços terceirizados. Normalmente uma manutenção preditiva nos trás um relatório mais detalhado do equipamento, isso porque é monitorado constantemente.

Esse trabalho tem ênfase nas comparações da produção antes e depois da reforma, pois as modificações realizadas foram no propósito de diminuir as quebras indesejáveis, além de aumentar a efetividade da máquina e diminuindo o desperdício.

#### 4.2.3 Disponibilidade

Embora seja possível fazer o cálculo do custo da manutenção avaliando-se o tempo médio entre defeitos sucessivos e o tempo médio consumido para reparo, é possível utilizar outro método de verificação (NEPONUCENO, 1989, p.69). A disponibilidade permite

executar tal avaliação através de um único número por combinar as duas medições mencionadas numa unidade adimensional que apresenta grandes vantagens, principalmente no caso de um produto arbitrário que utiliza em grandes quantidades. A disponibilidade de um produto é definida e calculada pela expressão.

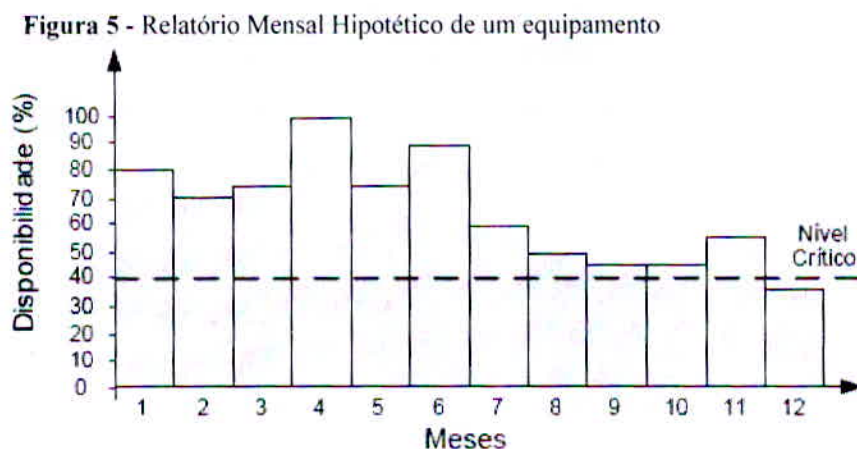
$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (\text{Eq.01})$$

Onde:

(MTBF): Tempo Médio entre Falhas

(MTTR): Tempo Médio para Reparos

O resultado deve atingir um valor satisfatório requerido para a empresa. Esses dados são cruzados com outros mais antigos gerando um gráfico que servirá como referência na decisão a ser tomada.



Fonte: SANTOS 1999.

#### 4.2.4 Produtividade

Com o trabalho realizado houve um aumento da produção mensal em cerca de 38,42%, devido a redução de paradas por manutenção corretiva não programada, e 19% a mais na produção por hora que era de 1300 Kg/h para 1600 kg/h como mostrado na tabela abaixo.

Quadro 1 - Produtividade Equipamento em 2011(antes das modificações) e em 2012 com a reforma

**ANO 2011 – MÁQUINA 10 INSTANTÂNEO**

Produção por Máquina		Período de 01/01/2011 a 31/12/2011		
Mês	Pcts Prod.	Kg Prod.	M.Rec.	%
<b>Máquina 10</b>				
JAN/2011	6.850	582 Kg	718 Kg	123,37%
FEV/2011	1.186.522	100.853 Kg	7.030 Kg	6,97%
MAR/2011	2.026.366	162.170 Kg	6.168 Kg	3,80%
ABR/2011	3.661.050	292.884 Kg	14.832 Kg	5,06%
MAI/2011	4.060.000	324.800 Kg	11.890 Kg	3,66%
JUN/2011	2.435.250	194.820 Kg	9.200 Kg	4,72%
JUL/2011	3.519.150	281.532 Kg	10.728 Kg	3,81%
AGO/2011	3.926.000	314.080 Kg	9.506 Kg	3,03%
SET/2011	3.239.750	259.180 Kg	14.707 Kg	5,67%
OUT/2011	3.395.300	271.624 Kg	11.351 Kg	4,18%
NOV/2011	3.988.200	319.056 Kg	13.506 Kg	4,23%
DEZ/2011	4.113.400	329.072 Kg	10.386 Kg	3,16%
<b>Total Máquina 10 :</b>	<b>35.557.838</b>	<b>2.850.653 Kg</b>	<b>120.022 Kg</b>	<b>4,21%</b>

**ANO 2012 – MÁQUINA 10 INSTANTÂNEO**

Produção por Máquina		Período de 01/01/2012 a 31/12/2012		
Mês	Pcts Prod.	Kg Prod.	M.Rec.	%
<b>Máquina 10</b>				
JAN/2012	4.566.990	366.076 Kg	15.171 Kg	4,14%
FEV/2012	4.077.350	326.188 Kg	14.180 Kg	4,35%
MAR/2012	5.697.900	455.832 Kg	22.004 Kg	4,83%
ABR/2012	3.610.300	288.824 Kg	20.277 Kg	7,02%
MAI/2012	4.995.400	399.632 Kg	27.576 Kg	6,90%
JUN/2012	4.702.400	370.540 Kg	25.391 Kg	6,85%
JUL/2012	6.060.250	484.820 Kg	29.200 Kg	6,02%
AGO/2012	5.813.100	465.048 Kg	16.369 Kg	3,52%
SET/2012	4.374.450	349.956 Kg	19.320 Kg	5,52%
OUT/2012	4.878.900	390.312 Kg	20.223 Kg	5,18%
NOV/2012	4.731.400	378.512 Kg	18.499 Kg	4,89%
DEZ/2012	4.419.350	353.548 Kg	13.403 Kg	3,79%
<b>Total Máquina 10 :</b>	<b>57.927.790</b>	<b>4.629.288 Kg</b>	<b>241.614 Kg</b>	<b>5,22%</b>

**CRESCIMENTO DE 38,42% NA PRODUÇÃO**

Fonte: PCP Pastificio Santa Amália

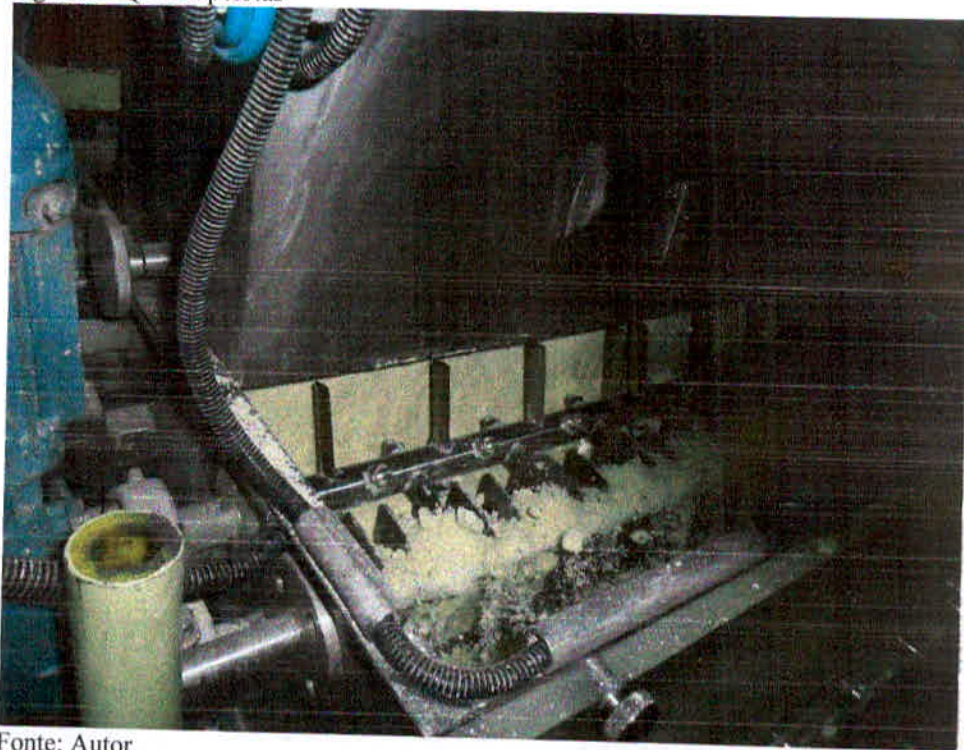
## 5 ESTUDO DE CASO

A seguir vamos expor os problemas detectados, através de análises coletadas com acompanhamento contínuo do equipamento e as soluções encontradas e executadas pela equipe de engenharia e manutenção.

### 5.1 Problemas e soluções

Um dos problemas encontrados desde o início é o fato de se formar pelotas de massa, e que se encontrou dificuldades para passar pelo primeiro conjunto de rolos pré-laminadores. Após a correção da formulação da massa iniciou-se o processo de melhoria do equipamento, e a primeira adaptação foi um quebrador de pelotas.

Figura 6 - Quebra pelotas

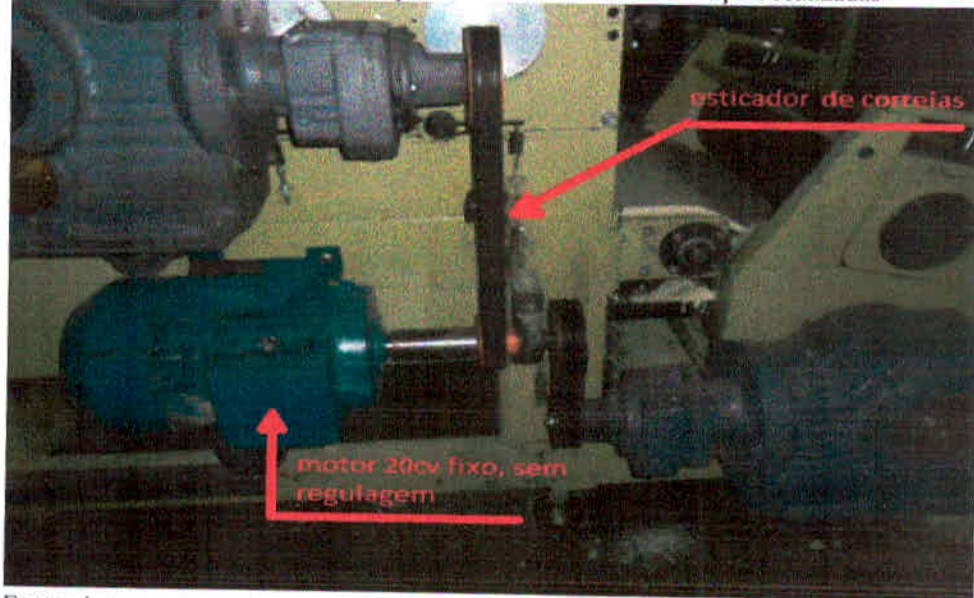


Fonte: Autor

Com esta adaptação, a concentração de pelotas diminuiu, melhorando a compactação pelos rolos para a formação das folhas de massa.

A falta de sincronismo na velocidade entre o primeiro conjunto de rolos pré-laminadores e o segundo foi mais um dos motivos que se constatou a perda de produto e foi motivo de análise a fim de solucioná-lo.

Figura 7 - Conjunto do 1º e 2º rolos pré-laminadores sem modificações realizadas



Fonte: Autor

Isto envolveu o grupo de automação e engenharia, que juntos, através da leitura da amperagem do motor principal, o qual transmitia potência para os dois conjuntos pré-laminadores, constatou o mínimo, logo uma solução seria o desmembramento dos dois conjuntos, individualizando seus movimentos.

Figura 8 - Conjunto Transmissão (esticador não coerente) sem modificações realizada

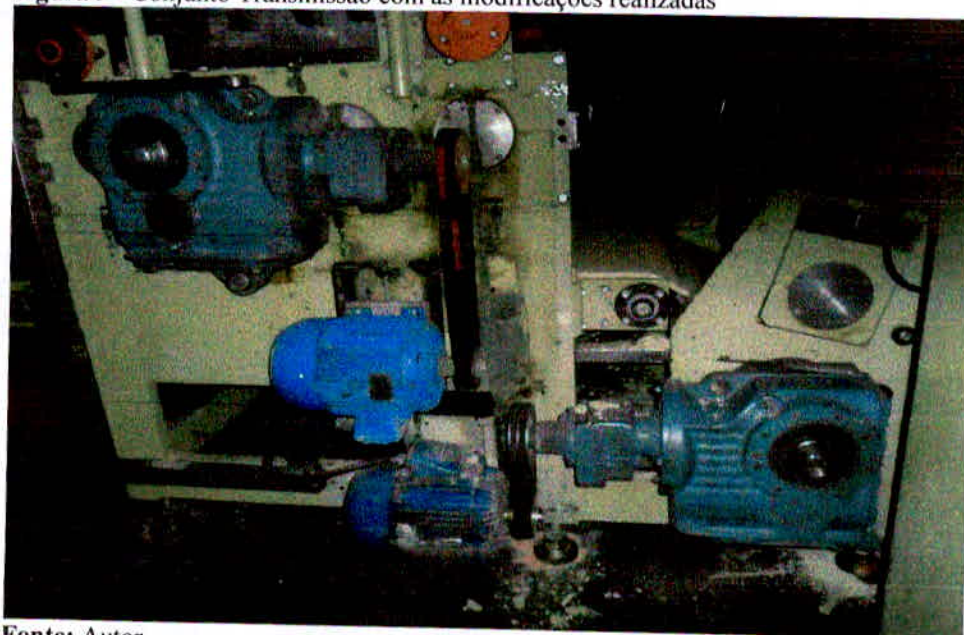


Fonte: Autor

Com seu desmembramento, outros erros de projeto foram solucionados também, como os esticadores de correias inadequados, instalados no equipamento e que foram eliminados, o qual causava o desgaste excessivo das correias. Com a retirada desses esticadores as correias usadas no sistema passaram a ter 50% de vida útil à mais, além de diminuir pontos onde se gastava com lubrificação e dois rolamentos cada conjunto. Outra vantagem é o risco de uma parada indesejável que diminuiu consideravelmente.

O motor utilizado é de 20cv e foi substituído por dois motores de 5cv cada um, independentes, montados em suporte regulável proporcionado uma regulagem de tensão adequada às correias, prolongando sua vida útil.

**Figura 9** - Conjunto Transmissão com as modificações realizadas



Fonte: Autor

Foram adaptados dois sensores ópticos nas folhas primárias os quais mandam o sinal para o CLP que controlam a velocidade dos motores e controlando a tensão das mesmas, como indicado abaixo.



**Figura 10** - Sensores ópticos para controle das folhas de massa



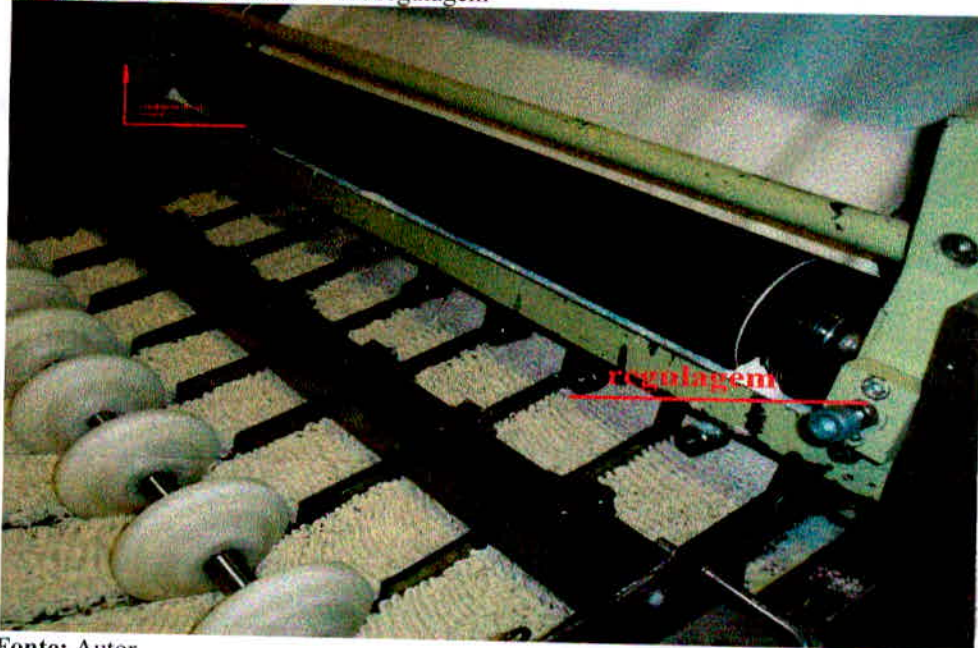
Fonte: Autor

Após essas mudanças, foi solucionada a falha de sincronismo entre os rolos pré-laminadores e conseqüentemente a avaria no sistema de abertura do segundo conjunto pré-laminador também foi sanado, evitando a quebra do fuso e aliviando a carga do operador que, constantemente, regulava a abertura do mesmo, reservando seu tempo para acompanhar o processo sem a perda demasiada de produto.

Vários problemas foram detectados e em seguida solucionados mas a reforma não se baseia somente em defeitos de projeto e sim também podem ser ideias que venham a melhorar a eficiência, o que compete a engenharia de manutenção, que ao analisar o equipamento surgem novas melhorias aumentando a efetividade e produtividade da máquina.

Os rolos formatadores também sofreram mudanças, pois sua vida útil era de 6 a 8 meses e após a modificação está em torno de 12 a 18 meses. No conjunto foi adaptado uma regulagem em que a superfície de corte é controlada aos poucos, onde a cada retificada aproxima-se em torno de 0,30mm enquanto no sistema antigo somente era possível uma única retificada.

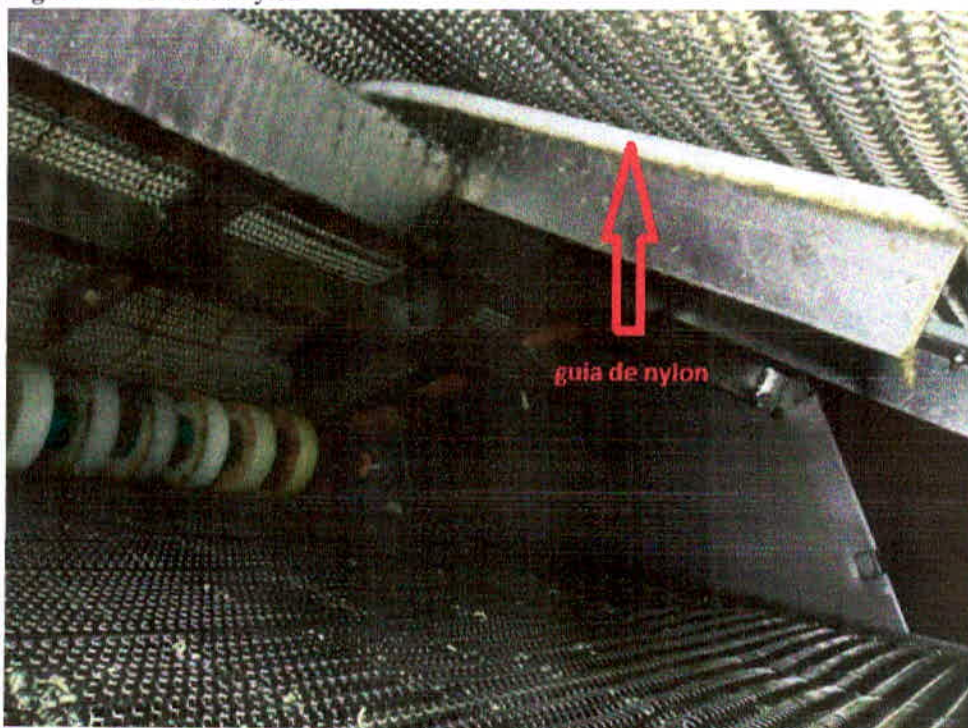
**Figura 11** - Rolo formatador com regulagem



Fonte: Autor

Após o rolo formatador a massa é direcionada ao cozedor transportada por uma esteira trançada em arame de inox, interligada a corrente por varetas de 6mm de diâmetro as quais se quebravam constantemente devido a uma solda realizada nas extremidades que causava tensão no rebaixamento de entrada para a corrente. A solução para este problema foi a substituição de todas as varetas, sendo as extremidades rebatidas, após a troca não houve mais paradas devido a quebra das mesmas, o que ocasionava grande prejuízo, elevando o custo do processo e da manutenção. Outra modificação foi a adaptação de guias de nylon por baixo da esteira nos pontos de curvaturas.

Figura 12 - Guias de nylon



Fonte: Autor

Quando falamos em “retrofitting” vem a ideia de que as reformas sejam somente em equipamentos, porém ao traduzir verifica-se que seu significado sugere melhorias que venham a aumentar a produtividade de um equipamento e pode ser mecânica, elétrica ou até mesmo na logística do processo. No caso descrito abaixo vamos comprovar, também, que se pode otimizar um layout de um equipamento reduzindo perdas e aumentando o lucro.

No início, no layout da máquina os check controles eram posicionados após as empacotadoras, logo os pacotes que passavam abaixo ou acima do peso eram expulsos, acarretando assim uma grande perda de embalagem. Optou-se por adaptá-lo na saída do secador, onde essas massas não conforme com o peso são expulsas antes de ser embaladas, com isso obteve uma redução de 50% de perdas das embalagens, além de reduzir a porcentagem de massa de reprocesso e pessoal para tal fim.

Figura 13 - Antigo posicionamento do controlador de peso



Fonte: Autor

Figura 14 - Novo posicionamento do controlador de peso



Fonte: Autor

Segue-se abaixo o gráfico comparativo em relação as perdas de embalagem, comparando o antes e o depois da mudança de posicionamento do controlador de peso.

Tabela 1 - Comparativo de perda de embalagem entre 2012 e 2013

COMPARATIVO REFUGO BOBINA ANO 2012 X 2013				COMENTÁRIO
PERÍODO DE 08 DE ABRIL A 10 DE AGOSTO				
PERÍODO	CONSUMO	REFUGO	%	O PERÍODO DE COMPARAÇÃO COMPREENDE O REFUGO DE BOBINA ANTES E DEPOIS DA MODIFICAÇÃO DO CHECK CONTROL
ANO 2012	47.739,80	1.880,29	3,94%	
ANO 2013	50.827,60	979,40	1,93%	

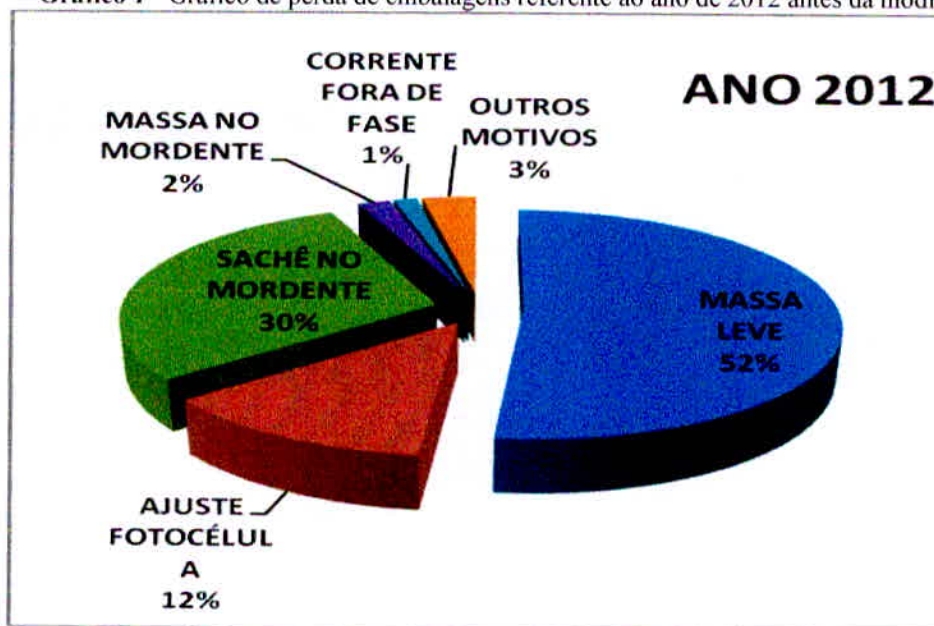
**TIVEMOS UMA QUEDA DE DESPÉRDIO DE BOBINA DE APROXIMADAMENTE 50%**

ANO 2012	
PRINCIPAIS MOTIVOS	KILOS
MASSA LEVE	968,96
AJUSTE FOTOCÉLULA	235,33
SACHÊ NO MORDENTE	555,45
MASSA NO MORDENTE	35,65
CORRENTE FORA DE FASE	25,96
OUTROS MOTIVOS	58,94

ANO 2013	
PRINCIPAIS MOTIVOS	KILOS
SACHÊ NO MORDENTE	532,95
AJUSTE FOTOCÉLULA	235,33
PACOTES VAZIOS (OPERACIONAL)	128,8
AJUSTE NA FASE DA CORRENTE	30,11
MASSA NÃO CONFORME	19,18
OUTROS MOTIVOS	33,03

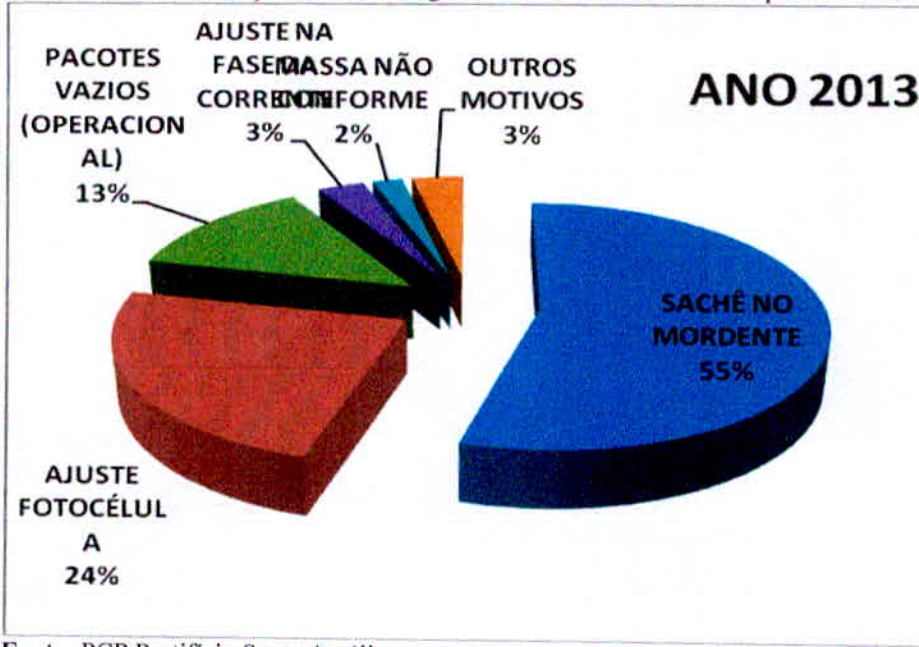
Fonte: PCP Pastificio Santa Amália

Gráfico 1 - Gráfico de perda de embalagens referente ao ano de 2012 antes da modificação



Fonte: PCP Pastificio Santa Amália

Gráfico 2 - Gráfico de perda de embalagens referente ao ano de 2013 após a modificação



Fonte: PCP Pastificio Santa Amália

## 6 CONCLUSÃO

A engenharia está em nosso meio para atuar em diversos problemas e procurando soluções através de análises e cálculos com o objetivo de facilitar o dia a dia da população, com invenções de novos produtos ou para as empresas que buscam se adaptar as novas tecnologias. Para satisfazer as necessidades dos consumidores que vem, nos últimos tempos, dando preferência a produtos produzidos com sustentabilidade, elas buscam seguir as normas e alternativas para se manterem no mercado. Considerando a escassez de matéria prima e os altos preços de aquisição de equipamentos novos, uma opção foi o aproveitamento do maquinário antigo adaptando-o às novas tecnologias disponíveis. Mas como o mercado está sempre em expansão e a tecnologia se renova a cada momento a engenharia de manutenção se compromete a elevar a produtividade de um equipamento, não necessariamente antigo, administrando novas ideias e extraindo o máximo de sua capacidade através de monitoramento constante, levantando dados para diagnosticar os problemas e corrigi-los. As informações partem também dos operadores e gerente de produção que são peças chave dessa tomada de decisão, pois o operador é o enfermeiro do equipamento e não se deve menosprezá-lo.

Para a tomada de decisão da reforma de uma máquina deve-se considerar alguns fatores que envolvem diretamente, sendo: situação financeira, modernização da planta, necessidade real obtido com análise de mercado, entre outros. O trabalho foi desenvolvido através de pesquisa em campo com dados reais, análises e acompanhamento contínuo do equipamento aqui enunciado, com apoio da área técnica e outras partes competentes da empresa.

O estudo nos mostra que as modificações implantadas foram de grande valia, pois houve um aumento de produção em cerca de 19% e uma redução na perda de embalagem de 50% que é um ganho superior ao equipamento entregue como discriminado no projeto original, e se resalta que a máquina é nova com proposta de 1300 Kg/h e passou para 1600 kg/h.

Portanto, conclui-se que uma boa análise do equipamento através de monitoramento contínuo e informações coletadas das pessoas envolvidas no processo nos trás a segurança para a tomada de decisão em relação a uma reforma de um equipamento e as vezes pode ser mais lucrativo do que adquirir um novo e o retrofiting pode ser aplicado , também no layout obtendo resultados incríveis, principalmente quando envolve toda a equipe.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, Sueli Mara S. P. Estudo de necessidades de informação: dos paradigmas tradicionais à abordagem sense-making. Porto Alegre: ABEED, 1997.

NEPOMUCENO, L.X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. Vol., 1 e 2. Ed. Edgard, 1989.

PAHL, G. & BEITZ, W. Engineering Design – a systematic approach. Translated by Ken Wallace and Lucienne Blessing. Berlin, Springer Verlag, 1996

PINHEIRO, L. V. R. Fontes ou recursos de informação: categorias e evolução conceitual. Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia, v. 1, n. 1, 2006.

SANTOS, R.P.C. Engenharia Processos: análise de referencial teórico-conceitual, instrumentos, aplicação e casos. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE, Rio 2002

ALMEIDA, Maria Cristina Barbosa de. **Planejamento de bibliotecas e serviços de informações**. 2. ed. Brasília, DF: Briquet de Lemos, 2005. 112 p. Blucher, São Paulo, 1985.