

**TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO
DA FACULDADE DE AGUDOS:
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - 2016**

**TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DA FACULDADE DE AGUDOS:
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO- 2016**

ÍNDICE

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA REDUÇÃO DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA COM CAMINHÃO: ESTUDO DE CASO DE UMA USINA DA REGIÃO DE BAURU.....	03
DESGASTE E CORROSÃO DO CARBURADOR AUTOMOTIVO E BOMBA DE COMBUSTÍVEL PROVENIENTES DO ETANOL COMBUSTÍVEL.....	15
ESTUDO DA ATRAÇÃO ELETROSTÁTICA EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS.....	28
ESTUDO DE CASO DE VIABILIDADE ECONOMICA E FINANCEIRA PARA INSTALAÇÃO DE UM MOTEL NO MUNICIPIO DE AGUDOS – SP.....	41
INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA DE ESPECTROSCOPIA NIR EM UMA INDÚSTRIA DE CELULOSE NA REGIÃO DE BAURU.....	58
METODOLOGIA PARA CONTROLE DA GESTÃO E EXECUÇÃO DA LUBRIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	72

ANÁLISE DE VIABILIDADE DA REDUÇÃO DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA COM CAMINHÃO: ESTUDO DE CASO DE UMA USINA DA REGIÃO DE BAURU

Sidnei Dalberto Bento – FAAG¹

Flávia Oliveira Guimarães – FAAG²

RESUMO

Este estudo resume-se a análise de viabilidade econômica realizada em uma usina de açúcar e álcool na região de Bauru. Tendo como objetivo verificar a viabilidade da redução dos custos de aplicação de vinhaça via caminhão através da ampliação de canais de aspersão. Foram realizados levantamentos técnicos e econômicos para comparativo com os gastos realizados com aplicação de vinhaça com caminhão na safra 2015. A viabilidade econômica foi confirmada, identificado que é viável a implantação do projeto de ampliação dos canais de aspersão para redução dos custos de transporte com aplicação com caminhão, resultando no triênio uma redução de 59% no orçamento previsto. Este estudo deu início a alteração do modelo utilizado pela empresa para que a mesma reduzisse os custos com aplicação de vinhaça sem perder a qualidade do processo de fertirrigação.

Palavras-chave: Vinhaça. Redução. Fertirrigação.

ABSTRACT

This study is about the economic feasibility analysis in a sugar and alcohol power plant in Bauru region, in order to verify the feasibility of the vinasse application's reducing costs with truck by expanding spray channels. Technical and economic surveys were carried out to compare with the expenses of vinasse application with truck in the previous crop. Economic viability has been confirmed and identified that it is feasible to implement the expansion project of the sprinkler channels to reduce transport costs with truck's application, resulting in three years a reduction of 59% in the budget. This study started the model alteration used by the company to reduce the vinasse application costs without losing the quality of the fertigation process.

Keywords: Vinasse. Reduction. Fertigation.

¹ Professor do curso de Engenharia de Produção

² Aluna do curso de Engenharia de Produção

1 Introdução

Segundo SANTA CRUZ et al. (2013): “A vinhaça é um resíduo líquido proveniente da destilação de uma solução alcoólica chamada vinho, obtida do processo de fermentação para obtenção do álcool. Esse resíduo pode ter como matéria prima o caldo de cana, o melaço ou a mistura de proporções, ou de diluições destes”.

MARQUES (2015) relata que para cada litro de etanol são gerados em média 12 a 13 litros de vinhaça.

Até o final da década de 70, a vinhaça era lançada diretamente em corpos d'água, o que trazia impactos tanto para a comunidade aquática quanto para os seres humanos que sofriam com a deterioração da qualidade da água. Com a preocupação dos impactos causados pelo uso da vinhaça, em 1967 foi instituído o decreto Lei nº 303 que proibiu a disposição de vinhaça em corpos d'água. Diante de tal situação, foi necessário encontrar alternativas para a disposição da vinhaça (SANTA CRUZ et al., 2013).

Uma das alternativas encontradas para a utilização da vinhaça foi o seu uso como fertilizante, por ser um resíduo rico em substâncias químicas principalmente em potássio pode substituir fertilizantes químicos necessários na produção de cana de açúcar.

Neste estudo apresentaremos a viabilidade econômica da redução de aplicação de vinhaça via caminhão através da expansão de canais de aspersão. Na primeira parte, será apresentado os dados coletados, posteriormente será realizado estudo das áreas para expansão de canais e levantamento do custo para implementação do mesmo e pôr fim será analisado a viabilidade do projeto.

2 Referencial Teórico

2.1 Vinhaça

Segundo RIBEIRO (apud Freire & Cortez, 2000) “Vinhaça, também conhecida como vinhoto, é o principal resíduo proveniente da destilação do caldo fermentado da cana-de-açúcar para produção de etanol e aguardente (“cachaça”). Trata-se de um resíduo líquido marrom escuro, com caráter ácido, elevada demanda bioquímica de oxigênio (12.000 – 20.000 mg L⁻¹), saindo das bicas de destilação à temperatura de aproximadamente 107°C”.

Para cada litro de etanol são gerados em média de 12 a 13 litros de vinhaça. Anteriormente, a vinhaça era descartada diretamente em rios e em mananciais, aumentando consideravelmente a degradação ambiental. Após estudos e pesquisas, foi descoberto que a vinhaça pode ser utilizada para adubar o solo, principalmente devido à alta concentração de potássio (Marques, 2015).

O uso controlado da vinhaça é reconhecido como boa prática na cultura da cana-de-açúcar do ponto de vista produtivo e ambiental, pois permite a reciclagem do resíduo, aumentando a fertilidade do solo, redução da captação de água para irrigação, redução do uso de fertilizantes químicos e custos decorrentes dos mesmos (Paraizo, 2013).

Atualmente muitas usinas tem procurado uma aplicação racional e eficiente, que traga ganhos ao solo respeitando as questões ambientais e com custo reduzido, tornando-se imprescindível rever os modelos utilizados pelas mesmas.

2.2 Tipos de Aplicação

Existem diversas técnicas para aplicação de vinhaça por fertirrigação, segundo Rosseto e Santiago (2016), são elas:

Sulcos de infiltração: através de uma adutora a vinhaça é retirada de tanques e lançada em canais principais que margeiam os talhões. Desses canais, a vinhaça atinge os canais secundários abertos nas entrelinhas do canavial.

Caminhões-tanque: o caminhão transporta a vinhaça de pontos de carregamento até o campo, lançando a vinhaça por meio de bombas acopladas à tomada de força ou acionadas por motores independentes, ou por gravidade através de um sistema de vazão na parte posterior do caminhão.

Aspersão convencional (moto-bombas): a vinhaça é tomada dos canais principais por meio de moto-bombas, que alimentam tubulações principais e laterais, onde se encontram os aspersores. As tubulações laterais são movimentadas ao longo dos canais principais a fim de cobrir toda a área.

Aspersão com canhão hidráulico: a vinhaça é lançada por meio de um aspersor setorial tipo canhão, montado sobre uma carreta (ou carretel auto propelido), acionado por uma moto-bomba que succiona a vinhaça diretamente do canal principal.

Nesta pesquisa, abordaremos os métodos de aspersão convencional e caminhão-tanque, que são as técnicas utilizadas na empresa analisada.

2.3 Normatização

Para regulamentar a aplicação de vinhaça nos canaviais, foi criada a Norma Técnica P4.231.

“Esta Norma tem como objetivo estabelecer os critérios e procedimentos para o armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça gerada pela atividade sucroalcooleira no processamento de cana-de-açúcar, no solo do Estado de São Paulo”. (CETESB, 2015, p.2)

A norma prevê, que antes da aplicação da vinhaça, a área que será irrigada deve atender as seguintes condições (CETESB, 2015):

- 5.1.1 Não poderá haver aplicação de vinhaça nas Áreas de Preservação Permanente – APP, definidas na Lei Federal nº. 12.651/2012 (BRASIL, 2012c), alterada pela Lei Federal nº. 12.727/2012 (BRASIL, 2012a) e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7830/2012 (BRASIL, 2012b);
- 5.1.2 A aplicação de vinhaça em áreas localizadas no domínio de Área de Proteção Ambiental – APA será admitida desde que não haja vedação específica a essa prática em seus regulamentos;
- 5.1.3 A aplicação de vinhaça em áreas localizadas na zona de amortecimento de unidades de conservação de proteção integral será admitida desde que não haja vedação a essa prática no plano de manejo da unidade;
- 5.1.4 Não será admitida a aplicação de vinhaça em área de proteção de poços regularmente definida ou a menos de 100 metros de distância de poços de abastecimento;
- 5.1.5 A área de aplicação de vinhaça não deverá estar contida na área de domínio das ferrovias e rodovias federais ou estaduais;
- 5.1.6 A área de aplicação de vinhaça deverá estar afastada, no mínimo, 1.000 (um mil) metros dos núcleos populacionais compreendidos na área do perímetro urbano. Essa distância de afastamento poderá, a critério da CETESB e, mediante justificativa técnica, ser ampliada se as condições ambientais, incluindo as climáticas, exigirem tal ampliação;
- 5.1.7 A área de aplicação de vinhaça deverá estar afastada, no mínimo, 06 (seis) metros das Áreas de Preservação Permanente – APP, e com proteção por sistema de segurança; CETESB / P4.231 (fev / 2015) Cod.014-versão 01 28/02/2002 7/15
- 5.1.8 A profundidade do nível d'água do aquífero livre, no momento de aplicação de vinhaça, deverá ser, no mínimo, de 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros);
- 5.1.9 No caso de áreas com declividade superior a 15%, deverão ser adotadas medidas de segurança adequadas à prevenção de erosão;
- 5.1.10 A incorporação à vinhaça de águas residuárias somente poderá ocorrer mediante prévia autorização da CETESB.

Outro ponto importante da norma, é o que diz respeito ao plano de aplicação de vinhaça (PAV), que deve ser elaborado anualmente seguindo os critérios contidos na norma técnica P4.231/2005, que solicita o mapa das áreas que serão aplicadas vinhaça, as taxas indicativas de dosagem de aplicação, localização dos pontos de amostragem, localização dos cursos de água, localização dos poços de monitoramento e localização dos canais mestres para fins de acompanhamento e fiscalização (CETESB, 2015).

3 Metodologia e técnica de coleta de dados

A pesquisa foi embasada na metodologia descritiva. De acordo com GIL (2002, p. 42), este tipo de pesquisa “[...] tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis”.

A abordagem adotada para esta pesquisa, é a abordagem através do método quantitativo. A pesquisa quantitativa segundo MICHEL (2005, p.33):

[...] se realiza na busca de resultados precisos, exatos, comprovados através de medidas de variáveis preestabelecidas, na qual se procura verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis, através da análise da frequência de incidências e correlações estatísticas.

O estudo realizado, tem características quantitativas, pois buscaremos a precisão, através de medidas de variáveis preestabelecidas.

A pesquisa será dividida em quatro fases, a primeira será o levantamento de dados e documentos a fim de se conhecer a realidade em que a empresa se encontra no que diz respeito as técnicas praticadas de fertirrigação e seus custos.

A segunda fase mostrará o projeto de expansão de canais de vinhaça proposto para suprir o modelo atual de fertirrigação via caminhão-tanque.

A terceira fase fará o cruzamento dos dados do modelo atual com os dados do projeto de expansão proposto. E por fim a quarta fase mostrará a análise de viabilidade do projeto proposto e os resultados obtidos.

4 Materiais

4.1 Contextualização

Para a elaboração deste trabalho, foi realizado um estudo sobre a viabilidade econômica advinda da expansão de canais de aspersão para a redução dos custos com aplicação de vinhaça de Bauru.

4.2 Dados coletados

Durante o estágio na empresa analisada, foram feitos levantamentos de dados históricos e documentos a fim de se conhecer o processo de fertirrigação utilizado pela empresa.

A empresa atende ao PAV (Plano de Aplicação de Vinhaça) exigido pela CETESB (Companhia Ambiental do estado de São Paulo), que tem como objetivo atender a oferta de geração de efluentes gerados, permitindo seu reuso agrícola,

promovendo benefícios agrônômicos e ambientais, bem como atender a Norma Técnica P4.231 – Critérios e Procedimentos para Aplicação de Vinhaça no Solo Agrícola.

O quadro abaixo mostra os dados planejados de disponibilidade de vinhaça para a safra 2016:

Tabela 1 - Dados Planejados Safra 2016

Variável	Volume em m³
Produção de Etanol	169.987
Relação Vinhaça / Etanol	13,9
Produção de Vinhaça	2.361.390

Fonte: empresa analisada, 2016

A estimativa de geração de vinhaça (líquido derivado da destilação do vinho, resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar) é de 2.361.390 m³ na safra 2016, sendo esta aplicada no solo em substituição ao adubo mineral, pelo processo conhecido como fertirrigação.

A aplicação da vinhaça é feita em soqueira de cana através do uso de moto-bombas e aspersores que captam a vinhaça de canais de irrigação. No sistema de canais a vinhaça é bombeada da usina para a lavoura, sendo distribuída por canais em desnível por diversas áreas no entorno da Usina, no qual todos os canais estão revestidos com concreto e impermeabilizados com emulsão asfáltica que tem como objetivo eliminar infiltrações, reduzir perdas de efluentes e aumentar a segurança do sistema.

A empresa utiliza também o sistema de aplicação de vinhaça por caminhão para atender a áreas com distância média acima de 30 quilômetros. No sistema por caminhão, é feita a coleta da vinhaça em alguns pontos próximos a Usina e o mesmo percorre o campo aplicando a vinhaça através de moto-bomba e carretel.

A Usina dispõe de uma área total de cultivo disponível para fertirrigação através de canal de aspersão de 8.703 hectares e por caminhão de 23.000 hectares.

O que corresponde a um volume de 1.653.570 m³ por canais de aspersão segundo dosagem média de 190 m³ por hectare e 2.070.000 m³ por caminhão segundo dosagem média de 90 m³ por hectare, o que corresponde a um volume total disponível de 3.723.570 m³.

Foram coletados dados de aplicação de vinhaça realizados na safra 2015 a fim de saber a quantidade de hectares beneficiados. Na safra de 2015 foram irrigados 5.840 hectares por canais de aspersão, o que corresponde a 67% da área disponível para fertirrigação com canais e 10.339 hectares por caminhão. Na figura abaixo demonstra os dados realizados na safra 2015:

Tabela 2 - Dados Realizados Safra 2015

	Área (hectares)	Volume (m³)
Produção de Vinhaça 2015	-	2.300.000
Áreas com Canais Disponíveis (190 m ³ /hectare)	8.703	1.653.570
Áreas Irrigadas - Canais (190 m ³ /hectare)	5.840	1.109.600
Áreas Disponíveis Caminhão (90 m ³ /hectare)	23.000	2.070.000
Áreas irrigadas - Caminhão (90 m ³ /hectare)	10.339	1.084.000

Fonte: Empresa analisada, 2015

Os gastos com aplicação de vinhaça através de caminhão realizados na safra 2015 estão demonstrados na tabela abaixo:

Tabela 3 - Gastos com aplicação com Caminhão na Safra 2015

Área (hectares)	Volume (m³)	Valor em R\$
10.339	1.084.000	2.290.996,00

Fonte: Empresa analisada, 2015

Em função do alto custo de transporte e aplicação de vinhaça pelo sistema via caminhão torna-se necessário encontrar alternativas para que a empresa reduzi-se gastos. Foi realizado um estudo de viabilidade econômica de ampliação dos canais de aspersão para verificar se o mesmo supri o volume realizado pelo sistema via caminhão para que a empresa reduza seus gastos.

4.3 Análises de viabilidade

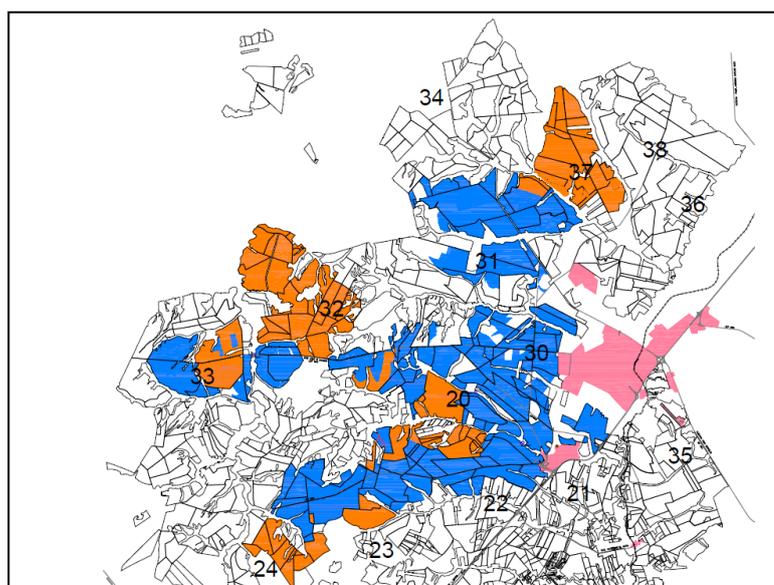
Analisando os dados levantados na empresa da safra 2015, verificou-se que a empresa possui um mau aproveitamento das áreas irrigadas por canais e somente aumentando a utilização dos canais disponíveis, cerca de 2.863 hectares possíveis

que não foram irrigados, considerando uma dosagem média de 190 m³ por hectare (valor praticado pela empresa), correspondem a um volume de 543.970 m³, que poderiam deixar de serem irrigados via caminhão. O custo médio por metro cúbico de vinhaça aplicado por caminhão é de R\$ 2,11 reais. Com esse ajuste cerca de R\$ 1.147.776 mil reais poderiam deixar de ser gastos com a aplicação via caminhão.

Entretanto apenas este ajuste não seria suficiente para suprir o volume de vinhaça planejado para a safra 2016 de 2.361.390 m³, tendo-se um déficit a suprir de 707.820 m³, o que teria que ser suprido com aplicação via caminhão. Assim foi realizado um estudo de áreas para possíveis expansões de canais de aspersão.

Abaixo mapa temático do estudo realizado com possíveis expansões de canais de aspersão destacadas na cor laranja:

Figura 1 – Mapa Temático áreas de expansão



Fonte: Empresa analisada, 2015.

O estudo contemplou 2.762 hectares possíveis para expansão de canais de aspersão o que corresponderia a um volume de 524.780 m³.

Abaixo demonstrativo de como o projeto poderia ser implantado para que se viabilize:

Tabela 4 – Demonstrativo implantação do projeto

	Safr a 16/17		Safr a 17/18	
	Área (ha)	Volume (m ³)	Área (ha)	Volume (m ³)
Volume de Vinhaça	-	2.361.390	-	2.361.390
Aplicação canais existentes	8.703	1.653.570	10.240	1.945.600
Saldo	-	707820	-	415.790
Frente caminhão 1	2.035	183.150	2.035	183.150
Frente caminhão 2	3.900	351.000	-	-
Saldo	-	173.670	-	232.640
Expansão de Canais	1.537	292.030	1.225	232.750
Saldo final		118.360		0

Fonte: Empresa analisada, 2015

Na Safra 2016 utilizando os canais disponíveis (8.703 hectares) já se conseguiria reduzir a área de aplicação com caminhão, de 10.339 hectares irrigados na safra 2015 passaria a ser irrigados 5.935 hectares, uma redução de 47% de áreas irrigadas com caminhão.

Com esta redução dos custos com irrigação via caminhão conseguiria-se realizar parte da expansão durante a safra 2016 por troca de verba no centro de custo – retirada do orçamento de irrigação com caminhão para expansão de canais de vinhaça. Desse modo atenderia ao volume de vinhaça produzido na safra 2016.

Na projeção para safra 2017, com as expansões realizadas na safra 2016 teríamos então disponível uma área de 10.240 hectares, o que possibilitaria a retirada de uma frente de aplicação com caminhão (frente caminhão 2), e restaria uma frente móvel para aplicação de algumas áreas distantes interessantes de continuarem a serem aplicadas do ponto de vista estratégico da empresa. Assim da mesma forma que na safra 2016 seria realizado o restante das expansões de canais de aspersão propostas (1.225 hectares), deste modo supriria o volume projetado para safra 2017, atendendo ao volume produzido pela empresa.

Abaixo demonstrativo do fluxo de caixa por troca de verba de centro de custo para viabilização do projeto:

Tabela 5 – Demonstrativo de fluxo de caixa por troca de verba centro de custo

	Safra 16/17	Safra 17/18	Safra 18/19
Expansão de Canais R\$	280.000	1.084.018	-
Expansão - Parte 1 (ha)	1.537	-	-
Expansão - Parte 2 (ha)	-	1.225	-
Gastos caminhão vinhaça (planejado) R\$	3.018.290	3.199.387	3.387.110
Frente caminhão 1 R\$	758.160	-	-
Frente caminhão 2 R\$	536.629	568.827	602.956
Gastos com transporte vinhaça (estimado) R\$	1.294.789	268.827	602.956
Economia R\$	1.723.501	2.630.560	2.784.154
Gastos com servidão R\$	52.926	0	0
Gastos manutenção canais novos R\$	12.500	18.670	18.670
Gastos total R\$	345.426	1.102.688	18.670
Resultado R\$	1.378.075	1.527.872	2.765.484

Fonte: Empresa analisada, 2015

5 Resultados e Considerações

Com o orçamento previsto para o triênio de cerca de R\$ 9.604.787 reais, e o investimento para ampliação de canais de aspersão ser de R\$ 1.466.784 reais, verifica-se que para as condições em que o estudo foi desenvolvido, é viável economicamente a expansão de canais para redução parcial dos gastos com aplicação de vinhaça com caminhão, resultando no triênio uma economia de R\$ 5.671.431 reais.

Do ponto de vista estratégico a retirada total de aplicação com caminhão não seria viável. Do ponto de vista técnico, visto que a empresa possui áreas com distância média acima do contemplado pelos canais de aspersão e que são interessantes em serem irrigadas, portanto a empresa ficaria com uma frente de caminhão móvel para aplicação destas áreas mais distantes.

Conclui-se que a empresa conseguiria economizar com este projeto de redução de custos, cerca de 59% do orçamento de irrigação com caminhão sem a perda de eficiência no seu sistema, mas para esse projeto torna-se real a empresa necessita aumentar a eficiência do uso dos seus canais disponíveis atualmente. Dessa forma a empresa conseguiria direcionar esse montante em projetos de melhoria ou investimentos.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Norma técnica P4.231**. São Paulo, 3 ed., 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. . São Paulo: Atlas, 2002.

LORENZETTI, J. M.; FREITAS, P. G. R. **Aplicação da vinhaça por aspersão**. São Paulo, v.1, 1978.

MARQUES, M. G. **Vinhaça: o futuro da fertilização, 2015**. Disponível em: <http://www.usp.br>. Acesso em: 06/05/16.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. São Paulo: Atlas, 2005.

PARAIZO, Diego. **Uso de vinhaça na cultura de cana de açúcar, 2013**. Disponível em: <https://www.novacana.com>. Acesso em: 22/03/16.

RIBEIRO, T. B. **Aplicação de vinhaça em solos: efeito no balanço de cargas e dispersão de partículas**. Lavras: UFLA, 2009.

ROSSETO, R.; SANTIAGO, D. A. **Adubação – resíduos alternativos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html>. Acesso em: 06/05/2016.

SANTA CRUZ, L.F.L et al. **Análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental das atuais formas de aproveitamento de vinhaça: fertirrigação, concentração e biodigestão**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. N° 29, 2013.

SILVA, V.L. **Estudo econômico das diferentes formas de transporte de vinhaça em fertirrigação na cana-de-açúcar**. Jaboticabal, UNESP, 2009.

DESGASTE E CORROSÃO DO CARBURADOR AUTOMOTIVO E BOMBA DE COMBUSTÍVEL PROVENIENTES DO ETANOL COMBUSTÍVEL

Prof. Orientador Marcelo Capella de Campos - FAAG¹
Daniela Tatiani de Andrade - FAAG²

RESUMO

O Etanol Combustível brasileiro que é produzido da fermentação do caldo e/ou melaço da cana-de-açúcar em Usinas e Destilarias vem sendo utilizado em veículos automotores há várias décadas. Este biocombustível começou a ser estudado e utilizado como uma das principais alternativas energéticas para o futuro. Diante dessa nova tecnologia fez com que surgissem desafios envolvendo materiais que, até então, entravam em contato somente com a Gasolina, mas, com a adição do novo combustível Álcool Eílico Hidratado Combustível (AEHC), fez com que apresentasse problemas de corrosividade e desgaste, ocasionando o mau funcionamento dos carburadores, bombas de combustível, tanques de armazenamento de combustível, e entre outros. Por meio de uma revisão da literatura e de artigos científicos e um estudo executado em laboratório, fez-se a interpretação desses processos corrosíveis, através da revisão da literatura, entende-se que as soluções para minimizar os efeitos corrosivos do etanol, entretanto são os aços inoxidáveis que tem se mostrado uma alternativa viável, mas, no entanto, é essencial que haja estudos para averiguar e obter dados a suscetibilidade deste material a processos corrosivos neste novo meio.

Palavras-chave: Etanol combustível. Corrosividade. Aços inoxidáveis.

ABSTRACT

Brazilian Ethanol fuel that is produced from the fermentation broth and / or molasses from cane sugar mills and distilleries has been used in automotive vehicles for several decades. This biofuel began to be studied and used as a major alternative energy sources for the future. Faced with this new technology has spurred challenges involving materials that until then came into contact with gasoline only, but with the addition of new fuel Ethyl Alcohol Hydrated fuel (AEHC), made present corrosivity and wear problems, causing malfunction of carburetors, fuel pumps, fuel storage tanks, and others. Through a review of literature and scientific articles and a study performed in the laboratory, there was the interpretation of these corroding processes through the literature review, it is understood that the solutions to minimize the corrosive effects of ethanol, however it is stainless steel that has proven a viable

¹ Professor Orientador da Faculdade de Agudos - FAAG

² Aluna de Engenharia de Produção da Faculdade de Agudos – FAAG

alternative, but nevertheless it is essential that studies to investigate and obtain data susceptibility of this material to corrosive processes in this new medium.

Keywords: Fuel ethanol. Corrosivity. Stainless steel.

1 Introdução

O Brasil tem grande destaque no cenário mundial pela fabricação do Etanol Combustível a partir da cana-de-açúcar, o qual nos últimos anos vem crescendo de forma bastante significativa, além de sanar os problemas de abastecimento e de reduzir o desequilíbrio da balança comercial no Brasil (SANTOS; PANOSSIAN; PIMENTA, 2010).

Classificado no ranking como o biocombustível menos poluente do planeta o Etanol Combustível não obteve apenas destaque no mercado interno, mas passou a ter o seu reconhecimento também no mercado internacional, já que, os combustíveis fósseis em sua reação de combustão liberam grandes quantidades de dióxido de Carbono (CO₂), o qual é um dos principais causadores do aquecimento global. (SANTOS; PANOSSIAN; PIMENTA, 2010).

Com a novidade tecnológica em destaque houve uma grande decisão em mudar a política energética no país, onde obteve o aprimoramento dos veículos de sistema de injeção de combustível (ciclo-otto), e logo mais os incentivos das indústrias automobilísticas em relação a esta tecnologia, e com isto, buscaram a produção de veículos biocombustíveis com efeito competitivo aos veículos movidos à gasolina (COSTA, 2012).

Entretanto, surgiram determinadas adulterações em alguns componentes automotivos, onde certos materiais metálicos que mantinham contato somente com a Gasolina passaram a ter contato com o novo combustível o Etanol, fazendo assim com que a presença de corrosividade (pites) e o mau funcionamento dos mesmos viessem a ser gradativamente maior, cujo problema evolui em função do tempo de imersão (COSTA, 2012).

Este estudo aborda os efeitos mais comuns da corrosão, do desgaste e mau funcionamento perante os componentes automotivos. Para que o experimento venha comprovar os dados, foi efetuada uma análise laboratorial.

2 Objetivo

O presente trabalho tem como enfoque analisar as consequências e o comportamento de corrosões provocadas pelo Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC) em determinados componentes automotivos (carburador e bomba de combustível), no qual foram realizadas observações por microscopia óptica.

3 Revisão da Literatura

Em busca de meios alternativos voltados para a proteção do meio ambiente e sustentabilidade energética, desde a década de 70 a matriz energética brasileira buscou através da cana-de-açúcar o etanol combustível, podendo ser empregado na sua forma hidratada, o Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC).

De acordo com Fernandes e Coelho (1995, *apud* SANTOS; FAVARO; PARENTE, 2010, p. 88), diz que “[...] em 1985 o etanol chegou a representar 96% de participação do ciclo Otto”.

Mas no final dos anos 80 houve uma fragilidade em questão de desabastecimento deste setor, que resultou uma mudança drástica aos proprietários dos veículos, fazendo com que eles efetuassem a troca do veículo movido a etanol combustível pelos convencionais a gasolina.

Segundo Nigro e Szwarc (2010, *apud* MORAES; BACCHI, 2014, p. 10) diz que o problema de desabastecimento de etanol, a queda dos preços do petróleo, a deficiência da mecânica dos carros movidos a etanol combustível e a abertura econômica que possibilitou a importação de veículos (a maioria movida à gasolina), foram os fatores responsáveis pela queda na demanda dos carros movidos a etanol.

De acordo com alguns estudiosos é importante conhecer os períodos do ciclo do etanol combustível, dados estes que irão contribuir para uma maior compreensão sobre os fatos históricos. A seguir alguns períodos que merecem atenção:

- ✓ De 1975 a 1979 – período de expansão moderada.
- ✓ De 1980 a 1985 – período de expansão acelerada.
- ✓ De 1986 a 1995 – desaceleração e crise.

O processo de desregulamentação do setor fez com que surgisse uma nova dinâmica para toda a cadeia produtiva da cana-de-açúcar, fazendo com que os que não se adaptassem aos novos tempos, viessem a enfrentar grandes dificuldades de sobrevivência no ambiente competitivo (SANTOS, 2011).

Mas a partir de 2003, houve a primeira versão do veículo biocombustível (*flex-fuel*), trazendo assim a retomada do etanol combustível.

Segundo Kamimura e Sauer (2008, *apud* SANTOS; FAVARO; PARENTE, 2010, p. 89) acrescentam que a introdução dos motores (*flex-fuel*) no mercado brasileiro de veículos de passeio foi uma maneira bem sucedida de não apenas salvar, como também recuperar, o mercado produtor de etanol junto com um “charmoso” apelo ambiental para a diminuição das mudanças climáticas.

O surgimento desses veículos movidos a etanol e biocombustíveis, começou a apresentar nos componentes automotivos (carburador e bomba de combustível) alguns pontos de corrosões e mau funcionamento. Diversos estudos e análises vêm sendo efetuadas ao longo dos anos, e foram observadas que a dissolução anódica de superfícies metálicas está associada às impurezas contidas no biocombustível (BEZERRA *et al.*, 2014).

Segundo Tanaka *et al.* (1981, *apud* COSTA, 2012, p. 1), foi detectado que a percentagem de água na mistura estava relacionada com o aumento da degradação dos metais e ligas, assim como, valor do pH, acidez em ácido acético, presença de cloreto, sulfato e íons metálicos (Fe, Cu, Zn e Pb) que aumentavam o poder corrosivo do combustível.

Estas corrosões são causadas através da oxidação na região onde ocorre a degradação do metal. E os tipos de corrosão localizada mais conhecidos são a fresta e por pite.

a) O que é corrosão em fresta?

A corrosão em fresta (*crevice corrosion*) tem em seu mecanismo muita semelhança com a corrosão por pites. A diferença está em que a fresta ocorre devido à formação de uma pilha de aeração diferencial, ou seja, é uma corrosão que ocorre de dentro para fora, gerando uma pequena ondulação e deformação do material.

De acordo com Gentil (1994), na corrosão em frestas há, muitas vezes, um período de incubação sem que o ataque se inicie, entretanto, uma vez iniciado ele progride numa taxa sempre crescente.

b) O que é corrosão por pites?

A corrosão por pites é uma forma de corrosão extremamente localizada na superfície do metal, que leva à criação de uma cavidade de pequeno diâmetro e grande profundidade, formando assim um pequeno “poço”. Esta forma de corrosão é muito perigosa em relação às demais, pela sua dificuldade de detecção no metal afetado (GALDINO, 2015).

Este processo de formação do pite é basicamente a quebra da camada passiva do metal e a formação de uma célula eletrolítica no local. Ocorre neste, um ciclo de formação e destruição da camada passiva de uma pequena área, tornando assim a superfície do metal anódica, enquanto uma área oculta, variável, dentro do corpo do metal, mas potencialmente vasta, torna-se catódica, levando a uma corrosão galvânica muito localizada (GALDINO, 2015).

4 Materiais e Métodos

Para elaboração desta análise, fez-se necessário uma revisão bibliográfica e teste experimental prático constituído por consultas a livros, artigos científicos e utilização de microscopia óptica, desenvolvendo uma reflexão sobre o resultado destas informações. O artigo é de natureza experimental – prática, pois apresenta um conjunto de atividades relacionadas à análise da corrosão e desgaste dos componentes automotivos.

E para atingir os objetivos, foram adotados os seguintes procedimentos:

- 1) Seleção do carburador automotivo;
- 2) Seleção da bomba de combustível;

O Carburador automotivo selecionado para a realização deste trabalho foi o Carburador 228 Corcel II DFV 81 82 83 Motores CHT Álcool Corpo Simples conforme apresentado na figura 01 abaixo:

Figura 01 – Carburador 228 Corcel II DFV 81 82 83 Motores CHT Álcool Corpo Simples



Fonte: <http://www.connectparts.com.br/carburador-228-corcel-ii-dfv-81-82-83-motores-cht-alcool-corpo-simples-47479/p>

A bomba de combustível selecionada para a realização deste trabalho foi à bomba de combustível elétrica refil marca Bosch (0580454008) modelo aplicação Escort, Tempra, Saveiro, Astra, Peugeot 308, Scenic Hi-Flex, todos os veículos procedentes do (etanol e bicombustível), conforme apresentado na figura 02 abaixo.

Figura 02 – Bomba de Combustível Bosch (0580454008)



Fonte: http://www.gauss.ind.br/produto_detail.php?id=150

Como ferramenta de coleta de dados, utilizou-se um Microscópio Estéreo zoom (MSZ5000) tanto para o carburador quanto para a bomba de combustível. Levando em consideração de que as amostras não sofreram nenhum tipo de preparação, para a devida preservação dos pontos de corrosão. E após as identificações das corrosividades nos materiais, foi efetuada uma análise metalográfica.

Para o processo desta análise foi preciso à efetuação do corte de parte do material (carburador automotivo), o embutimento desta peça cortada, lixamento com (lixa 220, 450, 600 e 1200), polimento com Alumina e ataque com Nital 5% (40 segundos). E para a finalização e verificação dos resultados foi utilizado um Microscópio Invertido de câmera digital, do modelo ZEISS Axio Vert. A1. Através desta análise podemos identificar de que material é composto o Carburador 228 Corcel II DFV.

5 Resultados e discussões

Na figura 03 apresentada abaixo, observa-se partes do Carburador e pontos de corrosão provenientes da utilização do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC).

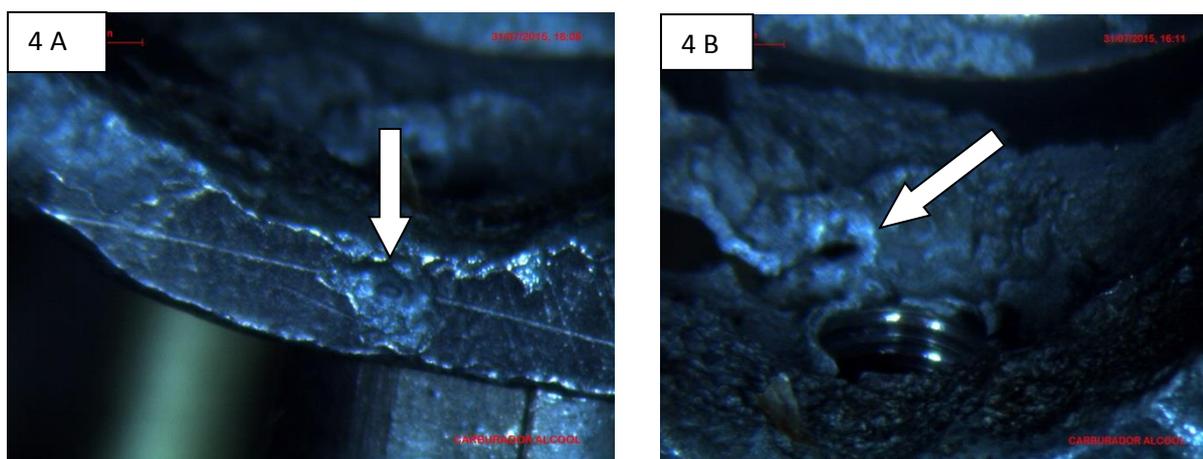
Figura 03 – Carburador com pontos de corrosão.



Fonte: Aatoria própria

As figuras 04 A e B mostram nitidamente os pontos de corrosão provocados pelo ataque do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC), na figura 04 A, observa-se a existência de uma cratera onde o material foi atacado. Na figura 04 B, perto ao furo passante observa-se um alto grau de degradação, provocando o transpassar da parede do carburador, tornando ele inutilizável.

Figura 04 – A e B Carburador. A - Borda com pontos de corrosão e formação de cratera. B - ponto de corrosão com perda de material, provocando perfuração do carburador.



Fonte: Autoria própria

Em relação à Bomba de Combustível, na figura 05 apresentada logo abaixo, demonstra pontos de corrosão, também provenientes do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC).

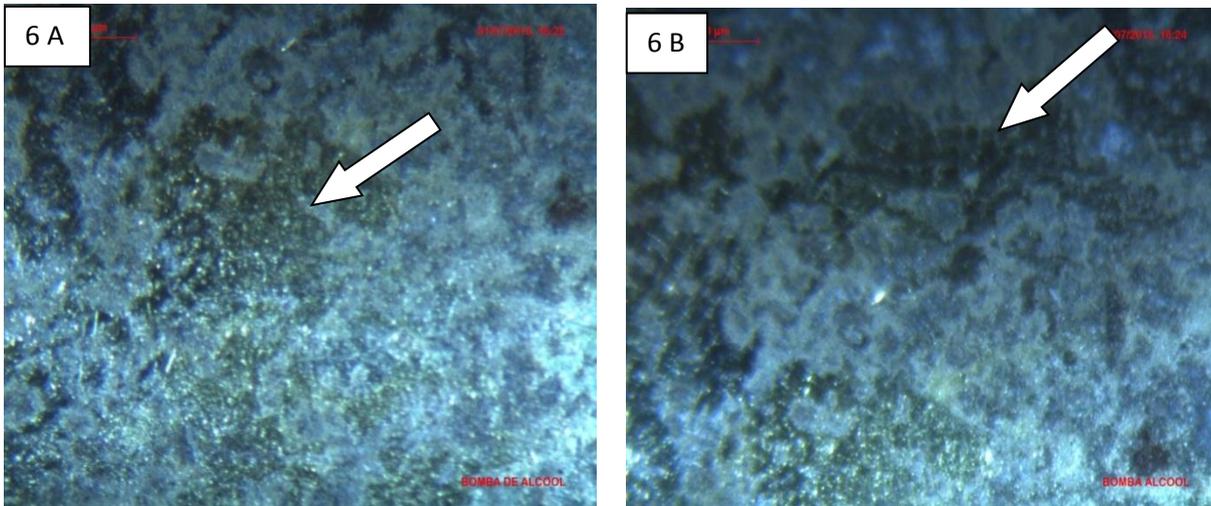
Figura 05 – Bomba de Combustível Bosch.



Fonte: Autoria própria

As figuras 06 A e B, mostram os pites formados na carcaça da bomba de combustível, favorecendo a observação do processo.

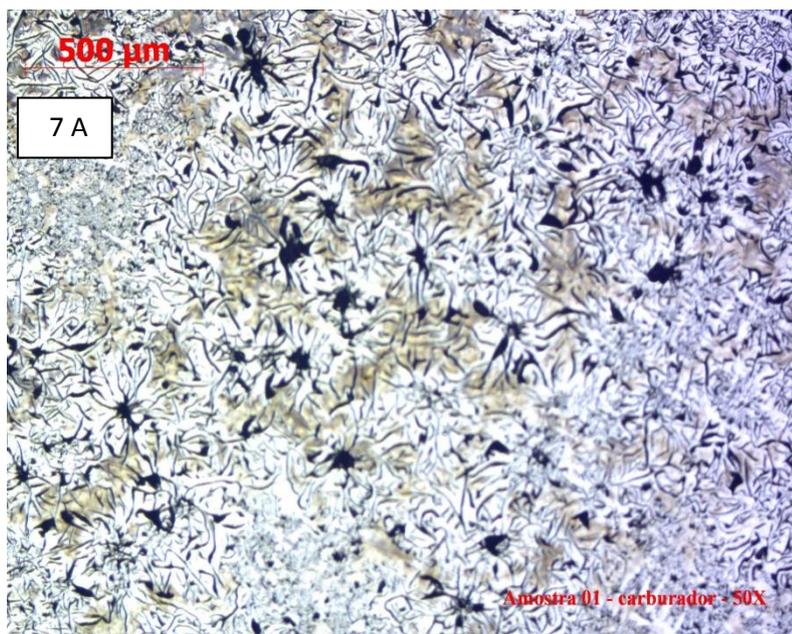
Figura 06 – A e B Bomba de Combustível. Em ambas as micrografias se observam pites de corrosão, provocados pelo combustível.



Fonte: Aatoria própria

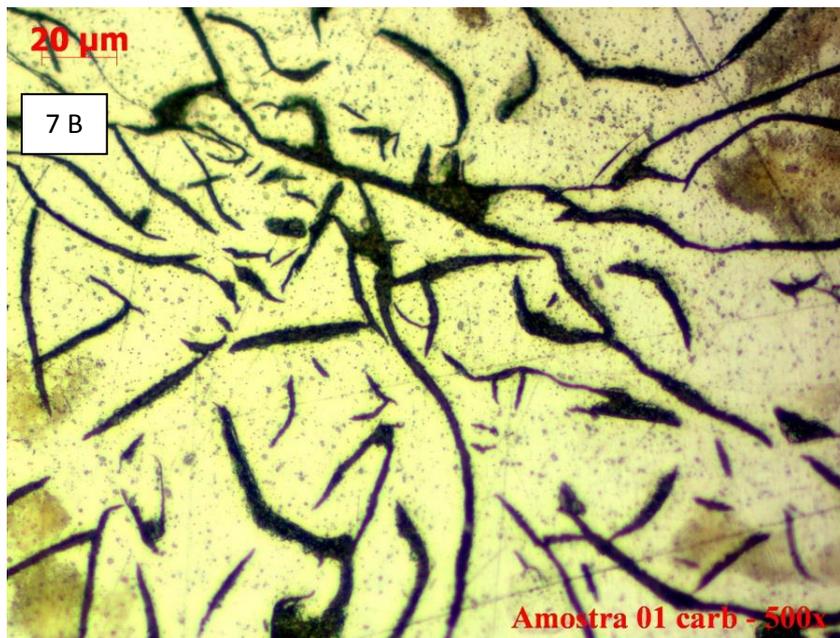
Nas figuras 07 A, B e C podemos analisar o tipo de propriedade que compõe a liga de material do carburador mencionado, ou seja, fabricado em ferro fundido.

Figura 07 A – Microscopia Óptica - Grafita Compacta (vermicular).



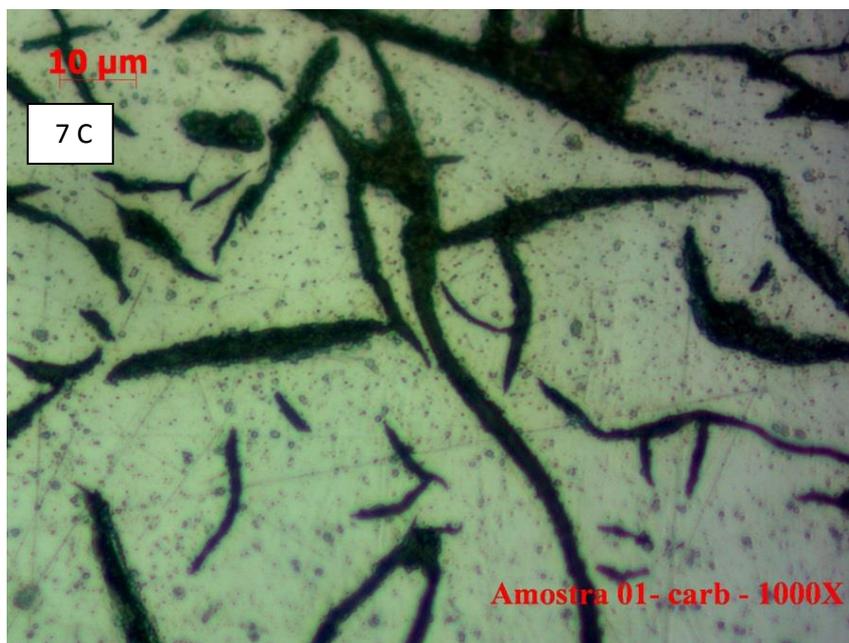
Fonte: Aatoria própria

Figura 07 B – Microscopia Óptica - Veios de Grafita.



Fonte: Autorial própria

Figura 07 C – Microscopia Óptica - Veios de Grafita.



Fonte: Autorial própria

Foi diagnosticado através da análise que a composição é de ferro fundido cinzento, com veios de grafita relativamente grandes. Inclusões não-metálicas também são visíveis. Sem ataque.

6 Considerações Finais

Considera-se que na análise efetuada no laboratório por meio de microscopia óptica, observou-se a evidência de formação de corrosão (Pites), cujo tamanho evolui em função do tempo de utilização deste combustível nos componentes dos veículos automotores.

O Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC) é ofertado ao mercado brasileiro como uma alternativa de combustível, limpo e renovável, porém promove em contrapartida a degradação de componentes demonstrada na microscopia dos veículos automotores, sendo eles carburadores e bombas de combustíveis além de outros componentes mecânicos de alimentação do motor. Essa situação poderia ser amenizada com a utilização do Álcool Anidro, cujas características são diferentes, pois este mesmo tipo de álcool combustível é adicionado à gasolina na quantidade de 27%, atualmente no Brasil.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, Karine M. et al. **Simulação da corrosão do motor veicular por etanol combustível**: estratégia para o ensino de mecânica. 2014. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/21810537-Simulacao-da-corrosao-no-motor-veicular-por-etanol-combustivel-estrategia-para-o-ensino-de-mecanica.html>> Acesso em: 28 set. 2016.
- CONNECTPARTS. **Carburador 228 corcel II DFV 81 82 83 motores CHT álcool corpo simples**. Disponível em: <<http://www.connectparts.com.br/carburador-228-corcel-ii-dfv-81-82-83-motores-cht-alcool-corpo-simples-47479/p>> Acesso em: 18 out. 2016.
- COSTA, Rytney S. **Estudo da corrosão do aço inox AISI 304 em álcool etílico hidratado combustível**. 2012. Disponível em <www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000862606> Acesso em: 29 ago. 2016.
- FRESTAS. **Corrosão em frestas**. Disponível em: <www.ufrgs.br/lapec/wa_files/corros_c3_83o_20em_20frestas_20aps.pdf> Acesso em: 05 set. 2016.
- GALDINO, Julio C. A. D. **Aços inoxidáveis utilizados na indústria petroquímica: microestrutura versus corrosão por pite**. 2015. Disponível em: <<http://www.unifal->

mg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC_2015_2/TCC%20JULIO%20C
EZAR%20ANDRADE%20DIAS%20GALDINO.pdf> Acesso em: 21 set. 2016.

GAUSS. GI3121 **Bomba de combustível**. Disponível em:
<http://www.gauss.ind.br/produto_detail.php?id=150> Acesso em: 18 out. 2016.

GENTIL, V. **Corrosão**. 1994. Cap. 4. Disponível em:
<http://www.tede.udesc.br/tde_arquivos/11/TDE-2007-03-08T072004Z-294/Publico/Microsoft%20Word%20-%20CAPITULO%204.pdf> Acesso em: 06 out. 2016.

MORAES, Marcelo L.; BACCHI, Mirian R. P. **Etanol do início às fases atuais de produção**. 2014. Disponível em
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121083/1/Etanol-do-inicio-as-fases.pdf>> Acesso em: 13 out. 2016.

SANTOS, Célia A. L.; PANOSSIAN, Z.; PIMENTA, Gutemberg S. Estudos de corrosão em meio de etanol. **INTERCORR**. 2010. Disponível em
<http://www.ipt.br/download.php?filename=203Estudos_de_corrosao_em_meio_de_etanol.pdf> Acesso em: 12 set. 2016.

SANTOS, Cristina T. **Influência da adoção do carro flex fuel na estratégia competitiva dos distribuidores de combustíveis**. 2011. Disponível em
<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde.../CristinaTostaSantosVC.pdf> Acesso em 03 out. 2016.

SANTOS, Cristina T.; FAVARO, F.; PARENTE V. **Previsão de fabricação de carros bicombustíveis e de demanda de etanol no Brasil em 2014**. 2010. Disponível em:
<<https://www.revistafuture.org/FSRJ/article/viewFile/44/69>> Acesso em 23 set. 2016.

ESTUDO DA ATRAÇÃO ELETROSTÁTICA EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Luís de Almeida – FAAG¹
Marcelo de Campos – FAAG²

RESUMO

Devido a evolução da tecnologia, e o crescimento da ciência, a procura por novos materiais tem aumentado exponencialmente. Dentre as propriedades que se procuram, está a dureza, a elasticidade, resistência a força e a temperatura, e a facilidade de modelagem. Um material que responde a estes requisitos é a fibra de carbono. O presente trabalho apresenta um estudo de resultados dos ensaios mecânicos de tração e flexão, com foco nos fatores macro e micro mecânico de compósitos poliméricos desenvolvidos em laboratório, com tecido de fibra de carbono degradada e não degradada, método para melhorar as propriedades superficiais da fibra, para melhor adesão a matriz polimérica. Concluiu-se que não só a trama do tecido de fibra de carbono, mas também o sinal algébrico das cargas na superfície da matriz polimérica e do reforço fibroso, fibra de carbono, interferem nas propriedades mecânicas do compósito.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos Poliméricos. Fibra de Carbono. Atração Eletrostática.

ABSTRACT

Due to the evolution of technology, and the growth of science, the demand for new materials has increased exponentially. Among the properties that are sought are hardness, elasticity, resistance to force and temperature, and the ease of molding. Material that meets these requirements is carbon fiber. The present work presents a study of the results of tensile and flexural tests, focusing on the macro and micro mechanical factors of polymer composites developed in the laboratory, with degraded and non-degraded carbon fiber fabric, a method to improve the surface properties of the fiber, For better adhesion to the polymer matrix. It was concluded that not only the fabric weave, but also algebraic sign of the charges on the surface of the polymer matrix and the fibrous reinforcement, carbon fiber, interfere in the mechanical properties of the composite.

KEYWORDS: Polymeric composites. Carbon fiber. Electrostatic Attraction.

1 INTRODUÇÃO

Os materiais sempre foram muito presentes e ativos na história da humanidade, porque eles, não só serviam para garantir o alimento, através da caça e a recolha de frutos, mas também para defesa e conforto. Quando faz-se uma

¹ Aluno do Curso de Engenharia de Produção

² Professor Orientador. Mestre em Engenharia de Materiais

retrospectiva da evolução humana, em seus primórdios, materiais eram usados para satisfazer as suas necessidades consoante a aplicação. Os materiais mais usados na época eram ossos, madeira e chifres, e com o passar do tempo, o homem descobriu e desenvolveu novos materiais que tinham maior resistência, elasticidade como também a maleabilidade para transformá-lo.

Hoje procuram-se materiais leves, resistentes a temperatura, a força, fáceis de se moldar para aplicação nas mais diversas indústrias, e um material que atende a maioria destes requisitos é a fibra de carbono.

As fibras de carbono são caracterizadas pela alta resistência em comparação a outros materiais, são amplamente utilizadas em compósitos de matriz polimérica para aeronaves, as quais são de peso reduzido para efeitos de economia de combustível. O uso de tais compósitos em aeronaves de passageiro está crescendo rapidamente. As fibras carbono também são utilizados em materiais compósitos de carbono-matriz para aplicações aeroespaciais de alta temperatura, tais como o ônibus espacial, como por exemplo, a Voyage que utiliza estas matérias em 90% da estrutura. Estas fibras são agora utilizados em matrizes de metal, tal como alumínio para aplicações aeroespaciais, porque o alumínio é mais resistente à temperatura em comparação aos polímeros (PARK, 2015).

Nota-se assim que o mercado vem crescendo cada vez mais, devido as vantagens proporcionadas pela fibra de carbono. Portanto há necessidade de se desenvolver melhores processos para produção e preparação a baixo custo, para que as suas propriedades mecânicas melhorem, e aumente a sua aplicação para as mais diversos segmentos industriais de defesa, construções aeroespacial, entre outras.

Um dos métodos para melhorar tais propriedades, é o tratamento superficial da fibra com ácidos, método de oxidação molhada, pois proporciona melhor adesão a matriz polimérica em compósitos. Este tratamento proporciona a fibra maior rugosidade superficial com conseqüente melhoria na impregnação da matriz.

As fibras de carbono têm recebido muita atenção ultimamente para as suas múltiplas aplicações potenciais em diferentes matrizes poliméricas, devido às suas propriedades, capacidade de processamento e reciclagem. No entanto, as fibras de carbono precisam ser tratadas, como parte do processo de fabricação do material compósito. A concepção de um método de tratamento de superfície adequado é um requisito para assegurar que a elevada resistência das fibras de carbono são

mantidas durante o manuseamento e a confecção do compósito. O tratamento da superfície é importante para assegurar a formação de interface de fibra de carbono-matriz, (PARK, 2015).

Este trabalho trata de um estudo de resultados, do ponto de vista macro e micro mecânico, obtidos nos ensaios mecânicos de tração e flexão em compósitos poliméricos, contendo como componente, tecido de fibra degradada pelo método de oxidação ácida, uma vez que as fibras de carbono têm superfície que não têm boa adesão com resinas epóxi e outros materiais utilizados em materiais compósitos, e tecido de fibra de carbono não degradada. O principal objetivo da oxidação da superfície é a obtenção de mais adesão entre resina e fibra. A adição de átomos de oxigênio à superfície proporciona melhores propriedades de ligação química. Entre os tratamentos de oxidação, a oxidação de ácido é o método mais amplamente utilizado para aumentar a acidez total durante o tratamento de oxidação húmida, (PARK, 2015).

2 ATRAÇÃO ELETROSTÁTICA

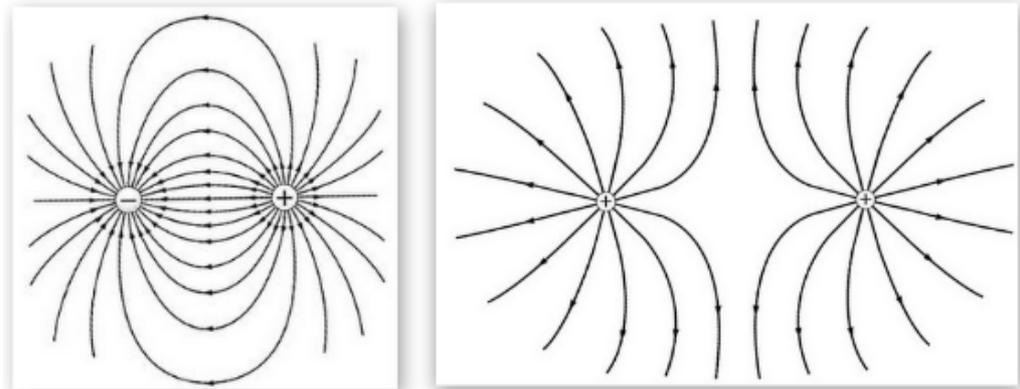
Adesão em geral, pode ser atribuída aos mecanismos incluindo a adsorção e molhamento, atração eletrostática, ligação química, ligação de reação, e a ligação reação de permuta. Para além dos principais mecanismos, ligações de hidrogênio, forças de Van der Waals e outras forças de baixa energia podem também estar envolvidos. Todos estes mecanismos ocorrem na região da interface, quer isoladamente, ou, mais provavelmente, na combinação para produzir a ligação final, (KIM & MAI, 1998).

A eletrostática é uma parte muito conhecida da física que tem muitas aplicações no cotidiano. Corpos carregados podem exercer força sobre corpos com cargas do mesmo sinal algébrico, ou de cargas opostos.

“A atração e a repulsão entre dois objetos carregados é geralmente resumida como cargas iguais se repelem e cargas contrárias se atraem. Contudo, a expressão cargas iguais não significa que duas cargas sejam idênticas, apenas que têm o mesmo sinal algébrico, ambas são positivas ou negativas. Cargas contrárias significa que os objetos possuem cargas elétricas e que essas cargas possuem sinais algébricos opostos”, (YOUNG & FREEDMAN, 2009, pag. 2).

Na figura 01 podemos observar através das linhas do campo elétrico a direção das cargas quando são de sinais algébricos idênticos e quando são opostos.

Figura 01- Atração e Repulsão de cargas elétricas

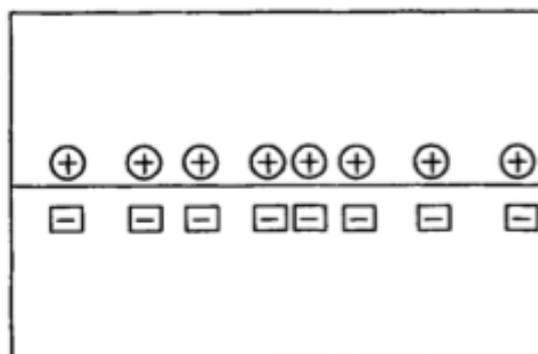


Fonte: TIPLER E MOSTA, 2009

Uma diferença de carga eletrostática entre componentes na interface pode contribuir para a força de atração de ligação. A força da interface dependerá da densidade de carga. Embora esta atração é pouco provável que faça uma contribuição importante para a resistência de união final da interface, pode ser importante quando a superfície da fibra é tratada com um agente de acoplamento. (KIM & MAI, apud Plueddemann, 1974).

Na figura 02 podemos observar a vertente eletrostática nas placas, como agente que interage nas propriedades mecânicas. As cargas podem causar atração entre a resina e o reforço melhorando a adesão, ou repulsão, que pode trazer melhoria na resistência quanto ao teste de flexão, do ponto de vista, se as cargas forem de sinal algébrico igual.

Figura 02- Atração eletrostática



Fonte: KIM & MAI, 1998

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é estudar a força de atração e/ou repulsão eletrostática, presente em compósitos poliméricos, quando faz-se o tratamento superficial da fibra de carbono, através dos resultados obtidos pelos ensaios mecânicos realizados em laminados de compósitos poliméricos desenvolvidos em laboratório, com tecidos de fibra degradados e não degradados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para os experimentos foi usado tecido de fibra de carbono sarja 200, confeccionando 6 camadas com dimensões de 36 cm x 32 cm. Estas camadas foram tratadas com ácido nítrico, na proporção de 95% de H₂O deionizada e 5% HNO₃. As camadas de tecido de fibra de carbono sarja foram colocadas em ácido nítrico por 5 min à 100°C e posteriormente estas foram limpas com água deionizada e colocadas em estufa para secagem a temperatura constante de 60°C por duas horas.

Como matriz polimérica, foi usado resina epóxi SQ 2001 pertencente ao grupo funcional o Bisfenol A e como agente de polimerização a epicloridrina, sendo balanceados na seguinte proporção 100:50. Foi aplicado no processo de laminação a resina com alta impregnação para as 6 camadas de cada laminado com aproximadamente 15g (10g de resina e 5g de agente de polimerização), aferidas em balança digital Marte, modelo AD 200 cuja sensibilidade é de 0,001 g e reservando certa quantidade de matriz para caracterização via análise térmica por TG e DSC. A caracterização por análise térmica da TG e o DSC foram realizados em equipamento NETZSCH STA 409C, inserindo uma amostra de 27,7 mg tendo como gás de purga o nitrogênio (N₂) com uma vazão de 40 ml/min e temperatura de aquecimento fixo de 10° C/min, para a amostra.

Os dados da TG e do DSC foram obtidos simultaneamente. Os laminados confeccionados, tanto os que sofreram o processo de degradação (tecido) e o não tratado com ácido nítrico, foram preparados para serem ensaiados tanto por tração quanto por flexão. A caracterização por microscopia eletrônica de varredura, foi uma técnica aplicada para as possíveis constatações da eficiência ou não do método.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

4.1 Ensaios Mecânicos de Tração

Os ensaios de tração mostraram que placas não degradadas, têm maior resistência do que as placas degradadas. Dois fatores são importantes, o fator macro mecânico, que esta relacionado ao tipo de tecido, que neste estudo, utilizou-se o de trama em sarja (2x1) e o micro mecânico, que interliga-se com os possíveis grupos funcionais abertos na superfície do tecido tratado com o processo oxidativo molhado, pois facilitou a existência de uma repulsão eletrostática. A tabela 01 apresenta os valores dos corpos de prova de ambas placas.

Tabela 01- Resultados dos ensaios de tração

σ_t (MPa)	Placa A	Placa B
CP 01	280	166
CP 02	282	253
CP 03	313	215
CP 04	309	237
CP 05	292	268

Fonte- Autores

Foi realizada uma análise estatística para a comparação da diferença dos resultados entre as placas, e foi coletada uma diferença de 22,71%, e assim concluiu-se que a placa não degradada teve melhores resultados quanto a tração. A tabela 02 apresenta os valores obtidos na análise descritiva do processo estatístico relacionado ao ensaio.

Tabela 02- Dados estatísticos do ensaio de tração

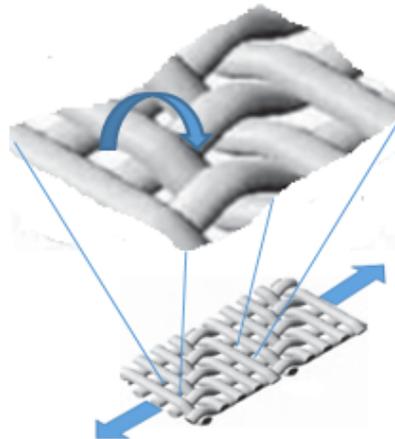
	Placa A	Placa B
Média (MPa)	295	228
Erro padrão	6,79	17,77
Mediana (MPa)	292	237
Desvio padrão (\pm)	15,19	39,75

Fonte- Autores

4.1.1 Análise macromecânica

O sentido de carregamento da tensão, que em virtude de ser uma trama em sarja (twill) 2x1, favorece o cisalhamento da trama pelo urdume. A figura 03 faz a ilustração da trama do tecido que foi utilizado, e a seta em que acompanha o sentido do tecido mostra o carregamento, e a seta curva mostra o cisalhamento proveniente do carregamento.

Figura 03- Tensão de tração gerando cisalhamento no tecido

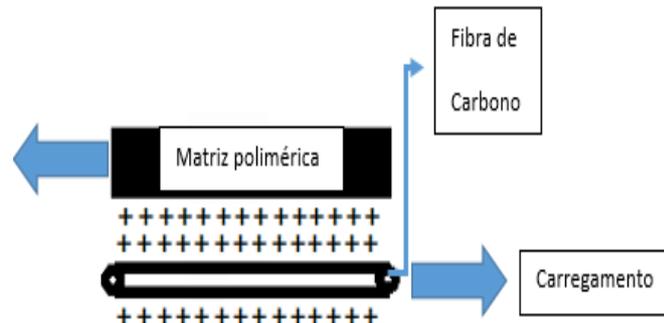


Fonte- Autores

4.1.2 Análise micromecânica

Outro aspecto é o fator micromecânico durante o ensaio de tração, em que as cargas de sinal algébrico igual na superfície de contato entre reforço fibroso e matriz polimérica, favorecem o cisalhamento entre fibra de carbono e matriz polimérica.

Figura 04- Relação entre reforço e matriz em situação de repulsão eletrostática juntamente com a solitação mecânica de tração



Fonte- Autores

4.2 Ensaios mecânicos de flexão

Na realização dos ensaios mecânicos de flexão, a placa degradada obteve melhores resultados relativamente a placa não degradada, porque as cargas de sinal algébrico igual deram um reforço quanto ao teste mecânico de flexão, devido a força contrária que foi exercida sobre a placa. Os resultados são apresentados na tabela 03.

Tabela 03- Resultados dos ensaios de flexão

σ_f (MPa)	Placa A	Placa B
CP 01	299	451
CP 02	318	388
CP 03	340	380
CP 04	374	457
CP 05	350	417

Fonte- Autores

Os dados coletados mostram que as placas degradadas tiveram melhores resultados, sendo a diferença entre a placa degradada e a não degradada de 19,80%. A tabela 04 mostra a análise estatística dos ensaios.

Tabela 04- Dados estatísticos dos ensaios de flexão

	Placa A	Placa B
Média (MPa)	336	419
Erro padrão	12,94	15,74
Mediana (MPa)	340	417
Desvio padrão (\pm)	28,93	35,19

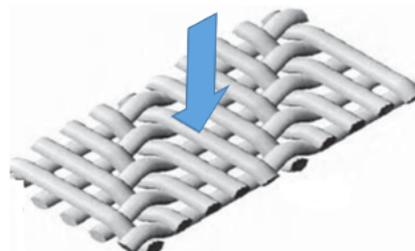
Fonte- Autores

Analisando esses dados dos ensaios mecânicos, precisa-se entender o motivo das diferenças, que comparativamente está em torno de 2,91% (tração x flexão).

4.2.1 Análise macromecânica

No caso dos resultados do ensaio de flexão terem apontado que a placa B teve melhor resistência, existem dois fatores que contribuem para esse feito. Um deles acontece em ambos os laminados que está relacionado com o comportamento do carregamento devido ao tipo de trama do reforço que contribui para uma melhor absorção dos esforços, pois o cutelo descarrega em cima de 2 fios da trama e 1 do urdume, proporcionando uma melhor distribuição das tensões. A figura 05 mostra esquematicamente a solicitação mecânica e o descarregamento no reforço.

Figura 05- Esquema de carregamento de flexão

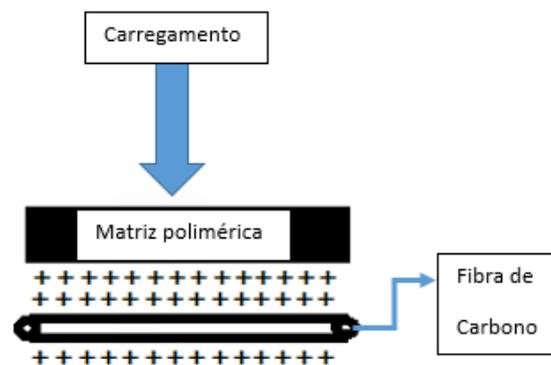


Fonte: Autores

4.2.2 Análise micromecânica

Outro fator está relacionado ao grupo funcional presente na superfície de contato da matriz polimérica e da fibra. Se a matriz polimérica e o reforço fibroso tiverem cargas com sinais algébricos iguais, pode proporcionar maior vantagem quando ao teste de flexão, pois amortece o carregamento durante o ensaio mecânico.

Figura 06- Carregamento e surgimento do fenômeno de amortecimento eletrostático



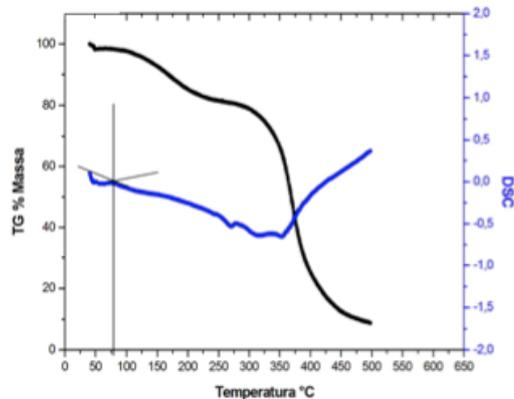
Fonte- Autores

4.3 Resina epóxi

A resina epóxi SQ 2001 através da caracterização da TG, que é uma técnica que exprime a variação da massa da amostra (perda ou ganho) medida em função da temperatura e/ou tempo, é submetida a uma programação controlada de temperatura, podendo apresentar alguns pontos de inflexões. Pelos resultados da caracterização de análise da TG da resina, o começo da degradação é de aproximadamente 127 °C.

Uma análise por calorimetria exploratória diferencial (DSC) mede a quantidade de energia (calor) absorvida ou liberada por uma amostra quando submetida a um programa de aquecimento, resfriamento ou mantida a temperatura constante (isoterma). Esta caracterização ajudou a apontar o ponto de transição vítrea da resina, que se encontra em torno de 75 °C. O gráfico 01, mostra os pontos de transição analisados.

Gráfico 01- TG e DSC

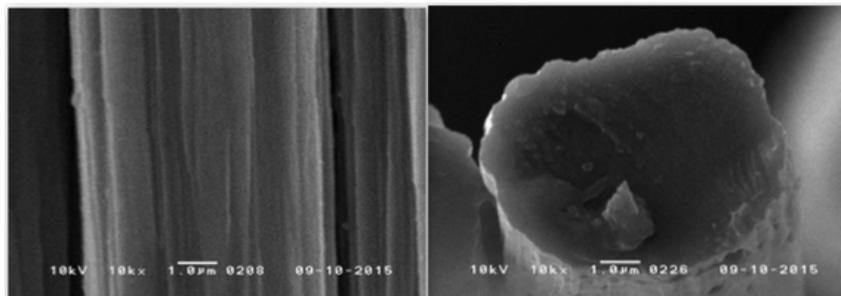


Fonte: Autores

4.4 Caracterização por Microscópio Eletrônico de Varredura

A comparação entre os laminados de fibra de carbono que foram degradados e o que foram não-degradados apresentaram resultados consistentes neste estudo. A Figura 07, mostra a fibra de carbono, sem degradação na direção longitudinal e transversal. Observa-se uma baixa rugosidade pela área da superfície da fibra.

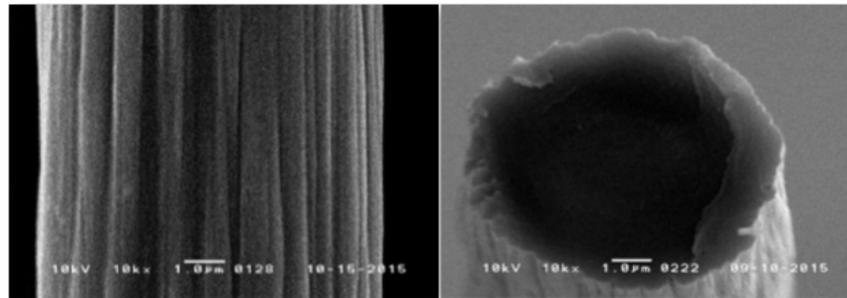
Figura 07- Fibra de carbono não degradada



Fonte- Autores

A figura 08 mostra a fibra de carbono, na direção longitudinal. Aplicou-se a concentração de ácido nítrico de 95% e 05% de água deionizada. Através da imagem, pode ser visto um aumento da rugosidade.

Figura 08- Fibra de carbono degradada



Fonte: Autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Materiais compósitos poliméricos têm múltiplas aplicações, de grande importância, pois têm ocupado considerado espaço nas indústrias automobilística e aeronáutica, devido as enormes vantagens nas suas aplicações. O presente trabalho apresenta uma análise dos resultados obtidos nos ensaios mecânicos de tração e flexão em compósitos poliméricos, comparando placas, que têm como componentes tecidos de fibra de carbono degradadas e não degradadas, tendo como foco o fator macro e micro-mecânico. A placa que não foi degradada (placa A), teve resultado superior no teste de tração. A placa B, devido ao tratamento favoreceu o escorregamento do reforço à matriz, um dos principais motivos do cisalhamento de forma macromecânica. Mas, quanto a flexão observa-se que a placa degradada (placa B), teve melhor resistência, pois as cargas de mesmo sinal entre os componentes favorecem a criação de um amortecedor eletrostático.

REFERÊNCIAS

- KIM & MAI. **Engineered interfaces in fiber reinforced composites**. 1 ed. Kidlington: Elsevier, 1998.
- PARK, SOO-JIN. **Carbon Fibers**. 20 vol. Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 2015.
- TIPLER, P. E., MOSTA G. **Física para cientistas e engenheiros**. 2 vol. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- YOUNG & FREEDMAN. **Física III: Eletromagnetismo**. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009

ESTUDO DE CASO DE VIABILIDADE ECONOMICA E FINANCEIRA PARA INSTALAÇÃO DE UM MOTEL NO MUNICIPIO DE AGUDOS - SP

Orientador Prof. Ms. Sidnei Dalberto Bento - FAAG¹
Luciana Galdino - FAAG²

RESUMO

Antes de iniciar qualquer empreendimento é muito importante analisar aspectos referentes à sua viabilidade, já que estudos apontam que a maior parte dos empreendimentos fecham no primeiro ano de funcionamento por falta de conhecimento do negócio. Daí a importância do conhecimento intrínseco do negócio, de sua viabilidade econômica e do mercado consumidor, entre outros. Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade de instalação de um motel na cidade de Agudos, município do Estado de São Paulo. Por meio do estudo de caso verificar quais equipamentos e qual a estrutura necessária para colocação do projeto em funcionamento; analisando se ele é viável economicamente e em quanto tempo haverá o retorno do investimento.

Palavras – chave: Viabilidade; Motel; Empreendimento

ABSTRACT

Before starting any enterprise it is very important to analyses aspects related to its visibility as studies indicate that most ventures close in the first year of operation for lack of business knowledge there the importance of the intrinsic knowledge of the business of his economic viability and consumer market and others. The objective of this study is to analyses the viability of installation of a motel in Agudos city county of São Paulo state through the case study to check what equipment and which structure necessary for placement of operation project examining whether it is feasible economically and how long will return.

Keyword: viability, motel, enterprise

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o setor moteleiro tem se profissionalizado cada vez mais. O surgimento de novos empreendimentos, o aumento da qualidade do serviço e o

¹ Professor Orientador da Faculdade de Agudos – FAAG-Email:sidnei.bento@faag.com.br

² Aluna do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Agudos – FAAG-
Email:lulugaldino@yahoo.com.br

sucesso de sites e revistas especializados reforçam a ideia da moteleria como um negócio promissor.

No entanto é importante destacar que o empresário interessado em entrar no ramo de motéis deve estar preparado para realizar um investimento elevado, principalmente no que diz respeito à reforma ou construção do empreendimento, decoração dos ambientes, investimentos em tecnologias, segurança e treinamento de mão de obra que atenda os clientes com discrição e eficiência. Sendo assim uma boa análise de viabilidade é de grande importância, pois com as mudanças constantes no mercado financeiro a análise de viabilidade quando bem realizada pode além de nortear os passos do empresário, também apresentar de forma sucinta em quanto tempo o capital aplicado retornará.

Com base nisso pretende-se responder a algumas questões relevantes e que serão norteadoras desse trabalho:

- É viável a implantação de um motel na cidade de Agudos?
- Em quanto tempo ocorrerá o retorno financeiro do capital aplicado?
- Qual o capital necessário para o investimento?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica financeira de instalação de um motel na cidade de Agudos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar bibliografia sobre o tema;
- Selecionar bibliografia a ser analisada. Fazer a leitura e releitura da bibliografia consultada;
- Concluir a pesquisa tendo como base o Estudo de Caso para verificar a viabilidade do negócio no município de Agudos.

1.2 Justificativa

Este trabalho se justifica devido o referido município escolhido para abrigar o empreendimento ter uma excelente localização e ainda porque não possui em seu entorno nenhum empreendimento nessa categoria.

Com esta pesquisa pretende-se mostrar que é viável econômico e financeiramente a instalação de um motel no município de Agudos.

1.3 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido por meio pesquisa bibliográfica em livros, internet, artigos científicos e revistas da área sobre o tema pesquisado, e em um estudo de caso realizado em um motel localizado na cidade de Bauru - SP, considerando as suas características arquitetônicas diferenciadas e dados referentes ao mercado de Bauru e Agudos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica traz algumas citações sobre as características do setor moteleiro no Brasil, como e quando esse tipo de empreendimento surgiu, quais as principais mudanças e quando isso ocorreu, além de trazer informações sobre a viabilidade econômica financeira desse tipo de empreendimento, analisando por meio de pesquisa de campo os preços praticados no mercado moteleiro de Bauru e Agudos para elaboração de preço orientativo, além disso serão calculados os custos e o retorno financeiro do empreendimento por meio do *payback* -

2.1 Histórico do surgimento dos motéis

Não se sabe ao certo quando os motéis surgiram no Brasil, devido a carência de bibliografia sobre o assunto, diante dessa precariedade o que sabemos é que os motéis surgiram como locais para encontros amorosos na década de 60, época na qual o país passava por uma ditadura militar e os hotéis não permitiam as estadias de curta permanência, diante disso em alguns estados, policiais da delegacia de

costumes ficavam escondidos, contando no relógio o tempo de hospedagem de um casal e, na saída, autuavam os amantes e o estabelecimento por crime contra os costumes. Para fugir à vigilância policial, empresários do ramo foram buscar inspiração nos Estados Unidos. O primeiro estabelecimento do gênero teria sido construído em 1968, em uma estrada do município de Itaquaquecetuba, em São Paulo: o Motel Playboy.

Atualmente os hotéis tem cada vez mais conquistado espaço, investindo em conforto e privacidade com alto requinte, no entanto o pré-conceito da sociedade ainda se faz presente.

2.2 Planejamento estratégico

De acordo com Rêgo, *et al* (2010, p. 19) “o empresário deve projetar as consequências das suas decisões de investimento e financiamento. Pode-se desenvolver cenários, realizando simulações de inflação, de crescimento econômico e de taxas de juros”. Sendo assim para que um empreendimento tenha sucesso é importante que antes de tudo aja planejamento na sua execução.

Segundo Hirschfeld, (1987) ao surgir a ideia da implantação de um empreendimento é necessário realizar a análise sob todos os pontos possíveis a fim de decidir pela sua viabilidade, diante do exposto a análise de viabilidade econômica financeira é essencial antes de iniciar qualquer negócio, pois o empreendimento pode ser bastante viável, mesmo após análise dos riscos que o setor comporta, porém é primordial antes de executar qualquer projeto realizar a análise de viabilidade econômica e financeira, sendo de grande importância observar as diversas variáveis implicadas na sua concretização.

De acordo com Andrade; Brito e Jorge (1999, p. 33) “para que um empreendimento seja considerado viável economicamente ele deve possibilitar um retorno do capital investido igual ou acima do capital oferecido pelo mercado”.

Eles enunciam que:

O estudo da viabilidade é um instrumento fundamental para orientar a decisão final sobre o investimento, inclusive para aperfeiçoar o seu perfil. O estudo permite montar alternativas para o empreendimento, nas quais podem ser testados tamanhos diferentes para diferentes tipos de hotel. Nesse estudo é comum prefixar o tipo e o tamanho do hotel e, a partir dessas premissas, calcular outras variáveis que compõem o perfil do empreendimento. (ANDRADE; BRITO; JORGE, 1999, p.33).

3 ESTUDO DE CASO

O mercado moteleiro no Brasil é muito promissor, composto por lugares com grande requinte e privacidade, no entanto esse requinte geralmente é proporcionado com altos custos, sendo assim esse trabalho busca apresentar um estudo de caso no qual o empreendimento analisado consegue transpor essa barreira e proporcionar ao mesmo tempo requinte e preço justo numa arquitetura diferenciada que de acordo com a proprietária foi pensado em modelos oriundos de arquiteturas dos Estados Unidos.

O empreendimento, objeto deste estudo foi inaugurado em 2006, no entanto a empresaria já estava no ramo moteleiro desde 1995. A proprietária que já possui outro empreendimento de alto requinte, optou pela construção de outro no qual fosse mantido o requinte com um custo reduzido aos clientes.

Esse projeto levou 4 anos para ser concretizado, e por ser um projeto um pouco diferente de acordo a proprietária, de início todos o viram como um novo desafio, mas depois da inauguração eles viram que a ousadia tinha sido aprovada. É importante salientar que para abertura desse tipo de empreendimento, são necessárias várias licenças concedidas pela prefeitura, vigilância sanitária, bombeiros, etc., porém de acordo com a empresaria por haver bastante empresas neste seguimento na cidade de Bauru ela conseguiu as autorizações em um tempo razoável.

O empreendimento em questão possui a seguinte estrutura:

- Trinta quartos distribuídos por suítes temáticas, sendo sete temas no total: Amazon, Bagdá, Las Vegas, Mikonos, Space, Texas, Tóquio, garagem integrada ao quarto ocupando o mesmo ambiente; todos os quartos equipados com cama King, ar condicionado, TV, som, secador de cabelo e cadeira erótica.
- Funcionamento 24 horas por dia, e com períodos de 2, 3 ou 4 horas de locação; e pernoite com período de 15 horas. Os preços das diárias são os mesmos para qualquer quarto, tendo como diferencial no preço apenas os dias da semana e/ou períodos utilizados.
- 23 funcionários sendo: 3 recepcionistas, 8 camareiras ,1 copeira, 3 cozinheiras,3 gerentes, 3 seguranças, 2 lavadeiras

As pernoites representam 10% das entradas, sendo que o fluxo maior de clientes acontece de quinta a domingo, e principalmente, no período noturno, o que faz com que a empresária tenha um gasto com folha de pagamento de 20% a 25% com custo de adicional noturno.

Para manter o bom funcionamento do negócio a proprietária investe em treinamentos para os colaboradores, principalmente para aqueles que fazem o serviço de governança nos quartos; eles são treinados para higienizar tudo de acordo com as normas da vigilância sanitária e as recepcionistas recebem treinamento de atendimento ao cliente.

A proprietária, por já possuir um outro empreendimento localizado próximo a esse, utiliza-se da mesma cozinha e da mesma lavanderia para servir aos dois empreendimentos, economizando assim tanto em espaço como com o pagamento de funcionários. A empresaria tem também sempre à disposição *freelancer* para cobrir possíveis faltas de funcionários.

Como em todos os ramos de negócio é importante estar atento aos concorrentes e apesar da proprietária não ter concorrentes diretos por ser um projeto diferenciado, busca investir em divulgação, investindo em propaganda por meio de jornais, redes sociais, site, eventos etc., além disso procura presentear os hóspedes em datas especiais.

Diante do apresentado o artigo busca analisar a viabilidade financeira da instalação de um empreendimento com as características similares apresentadas na cidade de Agudos, aja visto que a cidade de Agudos não possui estabelecimento com essa qualidade e tampouco com a arquitetura referenciada neste estudo.

3.1 Produto interno bruto e economia da cidade de Agudos

A cidade de Agudos está localizada na região central do Estado de São Paulo, distante 320 km da capital, posiciona-se paralelamente a Rodovia Marechal Rondon e proporciona fácil comunicação com São Paulo, através da interligação com a Rodovia Castelo Branco. Está há 15 km do aeroporto de Bauru e a menos de 40 km do Posto Intermodal da Hidrovia Tietê Paraná, via de acesso ao Mercosul. Além disso, o Município é servido pelos trilhos da Ferrobán, localizando-se assim no centro de um entroncamento rodoferroviário. Com uma área de 968 km², destaca-se

como um dos municípios de São Paulo, em pleno desenvolvimento (PREFEITURA MUNICIPAL DE AGUDOS).

O PIB produto interno bruto que é calculado com base na distribuição do valor adicionado bruto, a preços básicos, em valores correntes das atividades econômicas sendo um índice de grande importância para todas as cidades e setores da economia, pois quanto maior for, maior será o desenvolvimento do setor.

A cidade de Agudos tem aumentado gradativamente o seu PIB no setor de serviços, dados das últimas pesquisas do IBGE e do Datasul comprovam que a cidade de Agudos apresentou um PIB bem próximo ao PIB nacional, observe o gráfico abaixo:

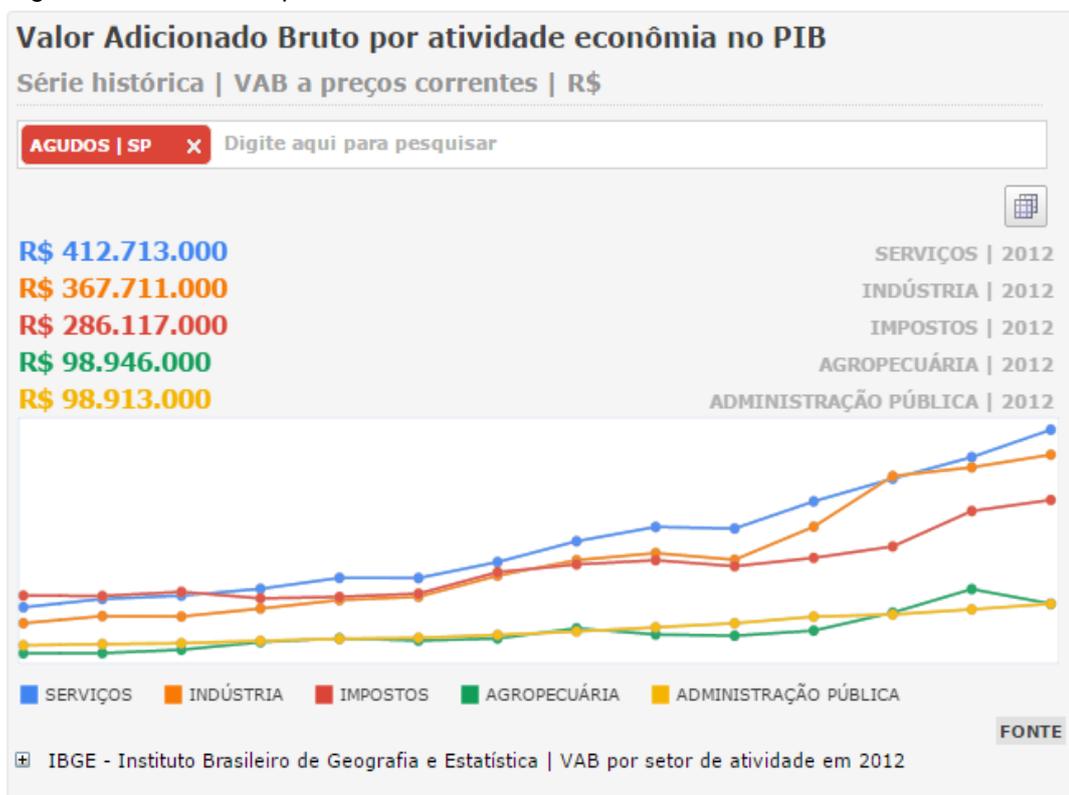
figura1 – Produto interno bruto



Fonte: <http://www.deepask.com/goes?page=agudos/SP-Confira-o-PIB---Produto-Interno-Bruto---no-seu-município>

Enquanto que a média nacional no setor de serviços é de 13.185,61 por habitantes, a cidade de Agudos conta com 11.848,33 por habitantes e está em um ritmo constante de crescimento, o município tem grande representatividade nesse setor, sendo um dos setores mais significativos da sua economia veja o gráfico abaixo:

Figura 2 – Valor bruto por atividade econômica no PIB



Fonte: <http://www.deepask.com/goes?page=agudos/SP-Confira-o-PIB---Produto-Interno-Bruto---no-seu-município>

4 CALCULO PARA COMPOSIÇÃO DOS VALORES DO EMPREENDIMENTO

A composição dos valores e dos custos foram feitos por meio de pesquisa de mercado em construtoras da região de Bauru e imobiliárias da região de Agudos, além de pesquisa em sites.

Os cálculos para compor os custos foram feitos utilizando-se a planilha eletrônica do excel que de acordo com Manzano e Manzano (2010, p. 06) “ é uma folha de cálculo disposta em forma de tabela na qual podemos realizar rapidamente vários tipos de cálculo simples ou complexos” , ainda de acordo com os autores a planilha eletrônica do microsoft excel está caracterizada como um dos mais importantes aplicativos para uso em microcomputadores, certamente pela sua facilidade de uso e por ser mais acessível do que outros softwares.

Quadro 1 - Valor do terreno

Área construída m ²	Área livre m ²	Área total m ²	Custo do m ²	Custo total
990	1400	2390	R\$ 250,00	R\$ 597.500,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 2 - Valor da construção

Construção	Comprimento em m ²	Custo por m ² construído	Custo total
30 quartos	900	R\$ 1.303,00	R\$ 172.700,00
Cozinha e dispensa	30	R\$ 1.303,00	R\$ 39.090,00
Lavanderia	60	R\$ 1.303,00	R\$ 78.180,00
Custo total			R\$ 1.289.970,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 3 - Valor do mobiliário dos quartos

Itens	Valor por item	Qtde	Valor total por item
Cama	R\$ 1.000,00	30	R\$ 30.000,00
Cadeira erótica	R\$ 880,00	30	R\$ 26.400,00
Secador de cabelo	R\$ 100,00	30	R\$ 3.000,00
Televisor	R\$ 1.000,00	30	R\$ 30.000,00
Radio	R\$ 70,00	30	R\$ 2.100,00
Ar condicionado	R\$ 1.000,00	30	R\$ 30.000,00
Frigobar	R\$ 600,00	30	R\$ 18.000,00
Valor total dos equipamentos			R\$139.500,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 4 - Custo total do empreendimento

Custo do terreno	R\$ 597.500,00
Custo de construção	R\$ 1.289.970,00
Custo do mobiliário	R\$ 139.500,00
Custo total do empreendimento	R\$ 2.026.970,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 5 - Gasto mensal com folha de pagamento

Função	Qtde	Piso salarial	Gasto total com salário
Camareira	8	R\$ 1.168,00	R\$ 9.344,00
Recepcionista	3	R\$ 935,00	R\$ 2.805,00
Cozinheira	3	R\$ 1.012,00	R\$ 3.036,00
Gerente	3	R\$ 4.900,00	R\$ 14.700,00
Segurança	3	R\$ 1.220,00	R\$ 3.660,00
Lavadeira	2	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00
Copeira	1	R\$ 911,00	R\$ 911,00
Gasto Mensal com Salários			R\$ 36.456,00
Encargos Trabalhistas		64%	R\$ 23.331,84
Gasto com Salário e Encargos			R\$ 59.787,84

Fonte: adaptado do site piso salarial datafolha

Fonte: adaptado do site delphin.encargos sociais sobre a folha de pagamento

Quadro 6 - Tabela de preços aplicados nos motéis da região

Empreendimento	Período utilizado	Valor cobrado
Empresa A	2 horas	R\$ 48,00
Empresa B	2 horas	R\$ 45,00
Empresa C	2 horas	R\$ 40,00
Empreendimento	Pernoite	Valor cobrado
Empresa A	15 horas	R\$ 80,00
Empresa B	15 horas	R\$ 120,00
Empresa C	15 horas	R\$ 100,00

Fonte: adaptado do site guia de motéis

respectivamente: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças. Ela foi desenvolvida na década de 60 na Universidade de Stanford e, rapidamente, se transformou num método utilizado por empresas de todo mundo na formulação e análise de seu processo de planejamento estratégico.

No Brasil é também um método muito utilizado, e conhecido também pelo nome de FOFA, iniciais das palavras Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças:

- **Forças:** são as qualidades positivas da empresa, ou seja, tudo aquilo que acrescenta valor e está sob o domínio da organização.
- **Fraquezas:** As fraquezas são os elementos que atrapalham e não trazem vantagens competitivas para a empresa. Assim como as Forças, as Fraquezas também estão sob o comando da organização, fazendo parte assim do ambiente interno.
- **Oportunidades:** As oportunidades por sua vez fazem parte dos fatores externos (que não estão sob a Influência da empresa), juntamente com as ameaças, porém as oportunidades quando surgem, trazem benefícios para empresa.
- **Ameaças:** ao contrário das oportunidades as ameaças são fatores que podem prejudicar a empresa de alguma maneira, são os pontos de vulnerabilidade da empresa.

5.1 Análise estratégica do motel

O Motel XX terá como estratégia buscar a inovação no mercado moteleiro do interior do Estado de São Paulo. Com requinte em sua estrutura e alta tecnologia nos apartamentos buscará torna-se modelo e diferencial entre os concorrentes do seguimento.

Com localização privilegiada e de fácil acesso; num ambiente agradável, confortável e seguro buscará atender seus clientes com respeito, dedicação e acima de tudo, discrição total.

Missão: Oferecer aos clientes um local com requinte e preço justo, onde os clientes possam desfrutar momentos inesquecíveis com segurança, conforto e privacidade.

Visão: ser um nome forte na cidade por oferecer ao cliente um serviço com privacidade e alto nível de qualidade.

a) Análise do ambiente externo

Apresenta uma nova oportunidade empresarial devido sua localização apresentar pouca concorrência.

- Crescimento do mercado moteleiro
- Pouca concorrência
- Facilidade de acesso
- Formas de pagamento

b) Análise do ambiente interno

- Suítes
- Quartos
- Atrativos
- Refeições / porções / bebidas

c) Quadro de análise SWOT

	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Fatores internos	<p style="text-align: center;">FORÇAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Serviço diferenciado para horários exclusivos • Inovação (alto padrão) • Discrção • Estrutura nova • Marketing boca-a-boca • Descontos promocionais em dias especiais • Produtos eróticos por catálogo a escolher • Aprimorar a qualidade dos serviços prestados por meio de treinamentos • Reservas por telefone 	<p style="text-align: center;">FRAQUEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distante do centro da cidade • Preços das estadias • Falta experiência no setor • Alto Custo de manutenção / tecnologia
Fatores externos	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clientes diferenciados = outros seguimentos (funcionar como hotel) • Crescimento do poder de compra do consumidor • Crescimento do mercado • Alta rotatividade • Aumento da procura por esse tipo de lazer • Criar Programas de Fidelidade = inovação no setor. 	<p style="text-align: center;">AMEAÇAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alterações no ambiente político/legal • Diminuição do poder de compra do consumidor / Retração do Mercado • Público reservado em relação a utilização desse serviço • Concorrência: menor preço e mais próximos ao centro da cidade • Localização • Entrada de novos concorrentes

Fonte: Elaborada pelo autor

6 CÁLCULO DO *PAYBACK* SIMPLES

Segundo Rego, *et al* (2010, p. 41) “o método do *payback* simples leva em conta o tempo de retorno do capital investido. O investidor estabelece um prazo máximo para a recuperação do investimento, que servira de padrão para a análise de viabilidade do projeto”.

Para o cálculo do *payback* do empreendimento foram utilizados os custos com energia elétrica e com pagamento de salários e impostos da folha de pagamento, ressaltando que os gastos com energia são equivalentes somente aos quartos e o lucro foi obtido por meio de uma média de 50% por cento de utilização dos quartos tanto para os pernoites como para as diárias o que totalizou uma receita de R\$ 225.903,60 e uma despesa de R\$ 60.980,84 mensais obtendo assim um lucro médio de R\$ 164.922,76, além do custo total do empreendimento (construção, terreno e móveis) que ficou em torno de R\$ 2.026.970,00.

Quadro 8 – Cálculo do *payback*

Valor total do empreendimento	Lucro bruto médio mensal	Tempo médio de retorno em meses
R\$ 2026.970,00	R\$ 164.922,76	12

Fonte: Elaborada pelo autor

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou a viabilidade econômica e financeira para instalação de um motel na cidade de Agudos levando em conta nesse empreendimento um diferencial no requinte proporcionado não só pelo mobiliário moderno, mas também pela opção de quartos temáticos, e tudo isso adequado a um preço competitivo.

O estudo demonstrou que a cidade de Agudos, objetivo desse estudo, atende a importantes requisitos para instalação de um empreendimento do tipo motel pois além de estar ladeada por uma das grandes rodovias do Estado de São Paulo, a Marechal Rondon, a cidade não possui nenhum empreendimento desse tipo; tem um PIB na área de serviços muito bom; tem desenvolvimento da área educacional

crescente alavancado por uma Faculdade na cidade com diversos cursos de graduação e pós-graduação; e atrelado a tudo isso junta-se um facilitador na implantação desse negócio que é o custo menor dos terrenos no município e a não existência ainda de uma Lei de Zoneamento que poderia restringir ou limitar o local escolhido para instalação do empreendimento.

Após o levantamento das necessidades e dos custos inseridos para instalação desse empreendimento pode-se constatar de que o investimento total inicial é de aproximadamente 2 milhões e que o retorno do valor investido, é de 12 meses de acordo com o cálculo *payback* simples.

Isso posto, a conclusão é de que o município de Agudos possui todas as condições necessárias para receber tal empreendimento, e, portanto, a instalação de um motel é viável econômica e financeiramente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N; BRITO, P. L; JORGE, W.E. **Hotel planejamento e projeto**. São Paulo: Editora Senac, 2005.

DEEPASK. **PIB do produto interno bruto**: município de Agudos. 2016. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=agudos/SP-Confira-o-PIB---Produto-Interno-Bruto---no-seu-município>> Acesso em: 02. ago. 2016.

DELPHIN. **Encargos sociais sobre folha de pagamento**. 2016. Disponível em :<<http://www.delphin.com.br/orientacao/66-encargos-sociais-sobre-a-folha-de-pagamento>> Acesso em 02. ago. 2016.

GUIA DE MOTEIS. **Motel Bauru**. Disponível em: <<https://www.guiademoteis.com.br/motel-bauru>> Acesso em: 02. set. 2015

HIRSCHFELD, H. **Viabilidade técnico-econômica de empreendimentos**. São Paulo: Atlas, 1987.

LIGHT. Simuladores: consumo. 2016. Disponível em: <<http://www.light.com.br/para-residencias/Simuladores/consumo.aspx>> Acesso em: 02. ago. 2016

LOBATO, D. M. *et al.* **Estratégias de empresas**. Rio de Janeiro: editora FGV, 2003.

MANZANO, J. A., e MANZANO, A. L. **Microsoft excel 2000**. São Paulo: editora Érica Ltda ,2000.

MOTEL PLAYBOY. **Pousada dos viajantes**: qual a origem do nome motel?. Disponível em: <<http://www.motelplayboy.com.br/motel-playboy.php>> Acesso em 10. ago. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE AGUDOS. **Agudos é um município brasileiro localizado no centro-oeste do estado de São Paulo**. 2016. Disponível em: <<http://www.agudos.sp.gov.br/cidade/dados/>> Acesso em: 02. ago. 2016.

PISO SALARIAL. **Pesquisa salarial datafolha**. 2016. Disponível em: <<http://www.pisosalarial.com.br/salario/pesquisa-salarial-datafolha>> Acesso em: 02. ago. 2016.

RÊGO. R.B.*et al.* **Viabilidade econômico –financeiro de projetos**. Rio de Janeiro, Editora:FGV , 2010

INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA DE ESPECTROSCOPIA NIR EM UMA INDÚSTRIA DE CELULOSE NA REGIÃO DE BAURU

Rodrigo Fantini-FAAG
Cristina Leite de Souza-FAAG
Fabio Aroldo de Melo-FAAG

Resumo

Diante de um cenário competitivo, uma das estratégias das empresas atuais é buscar nas inovações e nas novas tecnologias alternativas para otimizar processos, reduzir custos e apresentar um produto de alta qualidade, aumentado também, o conhecimento técnico de seus colaboradores. Este trabalho tem como objetivo fornecer uma compreensão básica de técnicas e aplicações de uma ferramenta de Espectroscopia NIR (Infravermelho Próximo) e os benefícios que podem proporcionar a uma empresa do setor de celulose, especificamente para área de controle de qualidade. O NIR trabalha predizendo diferentes atributos em Licor (SMELT) da Caldeira de Recuperação Química como, Sulfato de Sódio, Sulfeto de Sódio e Eficiência de Redução, baseados em modelos matemáticos previamente construídos. Trata-se de uma ferramenta ideal para a determinação de componentes químicos, permitindo que estas análises sejam realizadas simultaneamente, com repetibilidade e precisão. Importante ferramenta para o controle de qualidade das empresas, que vem crescendo em diversos segmentos de mercado, por sua grande aplicação e benefícios proporcionados. O estudo em questão se demonstrou muito interessante pelos resultados obtidos com a aplicação dessa ferramenta. Os valores obtidos na validação externa mostram que os modelos desenvolvidos tiveram uma menor variação no desvio padrão de aproximadamente 30% para Na_2SO_4 , de 84% para Na_2S e de 30% para Eficiência, quando comparado com o método convencional. Observou-se também uma redução no tempo para realização das análises, de aproximadamente 4 horas, tornando as ações operacionais, junto ao processo proativas e rápidas. Essa ferramenta tem sido muito utilizada em diversas áreas das organizações, pelo potencial de ganho que proporciona.

Palavras-chave: Inovação Tecnológica. Espectroscopia Infravermelho Próximo. Licores do processo Kraft.

INTRODUCTION THE TECHNOLOGY OF SPECTROSCOPY NIR IN A PULP INDUSTRY LOCATED IN BAURU REGION

Abstract

Faced with a competitive scenario, one of the strategies of today's companies is to look for innovations and new alternative technologies to optimize processes, reduce costs and present a high quality product, as well as the technical knowledge of its employees. This work aims to provide a basic understanding of the techniques and applications of a NIR (Near Infrared) Spectroscopy tool and the benefits it can provide to a company in the pulp industry, specifically in the area of quality control. The NIR works by predicting different attributes in the Chemical Recovery Boiler Liquor (SMELT) such as, Sodium Sulphate, Sodium Sulphate and Reduction Efficiency based on previously constructed mathematical models. It is an ideal tool

for the determination of chemical components, allowing these analyzes to be performed simultaneously, with repeatability and precision. Important tool for quality control of companies, which has been growing in several market segments, due to its great application and benefits provided. The study in question was very interesting for the results obtained with the application of this tool. The values obtained in the external validation show that the models developed had a smaller variation in the standard deviation of approximately 30% for Na_2SO_4 , 84% for Na_2S and 30% for Efficiency when compared to the conventional method. It was also observed a reduction in the time for the analysis, of approximately 4 hours, making the actions operational, along with the process proactive and fast. This tool has been widely used in several areas of the organizations, for the potential of gain that it provides.

Keywords: Technologic innovation. Near Infrared Spectroscopy. Liquors Kraft process.

1 Introdução

A inovação tecnológica exige novo caminho estratégico a ser tomado pelas organizações a fim de alcançar vantagem competitiva. A crescente procura por produtos de alta qualidade obtidos nos diversos setores industriais e produtivos, evidencia a necessidade do controle de qualidade nos processos de produção.

A demanda por resultados analíticos com maior precisão para definição da qualidade da fabricação de celulose tem aumentado continuamente. Alguns dos principais fatores que induzem essa demanda são: a preocupação constante com a qualidade dos insumos, controle do processo produtivo, recuperação dos álcalis e qualidade do produto acabado.

Em busca de técnicas que possam fazer frente a essa questão, destaca-se o NIR (Infravermelho Próximo), que apresenta todas as características de um método rápido que demanda pouca amostra e limpo, pois não geram resíduos (TSUCHIKAWA; KOBORI, 2015).

O NIR recentemente apresenta-se extremamente importante nos processos de ciência e tecnologia analítica. Um enorme número de artigos e trabalhos de pesquisa é publicado a cada ano para lidar com aplicações do NIR (WILLIAMS; NORRIS, 2001).

O artigo visa demonstrar o potencial do NIR para pesquisadores e usuários de Ciência e Tecnologia, desenvolver e validar métodos analíticos para a determinação rápida e direta de Sulfato de Sódio, Sulfeto de Sódio e Eficiência de Redução $(\text{Sulfeto}/\text{Sulfeto}+\text{Sulfato}) \times 100$, em licores do processo Kraft obtidos nas etapas da recuperação química em uma indústria de celulose.

O NIR trabalha predizendo diferentes atributos baseados em modelos matemáticos previamente construídos. Trata-se de uma ferramenta ideal para a determinação de componentes químicos, permitindo que essas análises sejam realizadas simultaneamente, com repetibilidade e precisão, tornando as ações operacionais junto ao processo proativas devido à redução do tempo de resposta entre as análises.

Importante ferramenta para o controle de qualidade das empresas, que vem crescendo em diversos segmentos de mercado, por sua grande aplicação e benefícios proporcionados.

2 Referencial Teórico

2.1 Processo de produção de celulose Kraft e recuperação Química

O processo de produção de celulose comum é o Kraft, onde, inicia-se com a polpação da madeira com o objetivo de separar a lignina das cadeias de carboidratos (celulose e hemicelulose) com o mínimo de degradação das fibras, sendo utilizados, na etapa inicial de cozimento, o hidróxido de sódio (NaOH) e o sulfeto de sódio (Na₂S) como agentes ativos na reação (SOSA, 2007; FÁVERO; MAITAN, 2016; D`ALMEIDA, 1988).

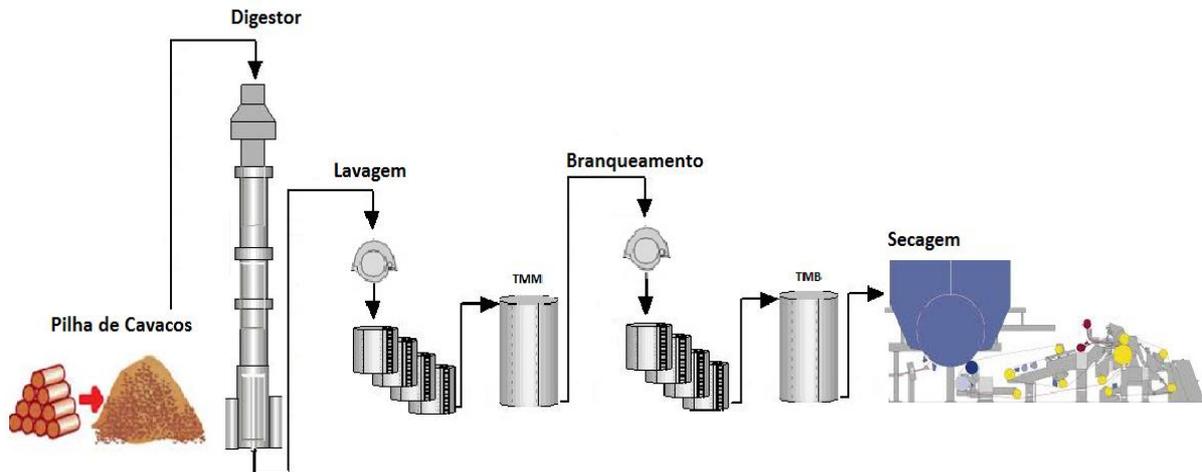
No processo de cozimento da madeira, que acontece nos digestores, a solução de soda e sulfeto de sódio dissolve a lignina presente na madeira desagregando a fibra de celulose. A solução alcalina de soda, sulfeto de sódio e lignina dissolvida é denominada licor preto. Por razões econômicas e ambientais, a recuperação desses produtos químicos é de fundamental importância para a viabilidade de uma planta fabril (SOUZA; MELO, 2016).

O setor de papel e celulose no Brasil é reconhecido mundialmente. As empresas brasileiras têm os menores custos de produção. Mais de trinta anos de investimentos em pesquisa genética e biotecnologia, práticas de manejo florestal, condições climáticas, de solo e rotatividade de áreas plantadas ligadas à existência de mão de obra altamente qualificada permitiram que o eucalipto brasileiro estivesse pronto para o corte em um tempo muito menor do que em outros países.

Atualmente o Brasil é líder mundial na produção de celulose de eucalipto, é o maior em florestas plantadas e também é líder em manejo florestal, o quarto maior produtor de celulose do mundo, atrás de China, EUA e Canadá (IBÁ, 2016).

A figura 1 mostra as etapas do processo de fabricação de celulose em processo Kraft.

Figura 1: Visão geral de fabricação de celulose envolvidos no processo Kraft



Fonte: Autores, 2016.

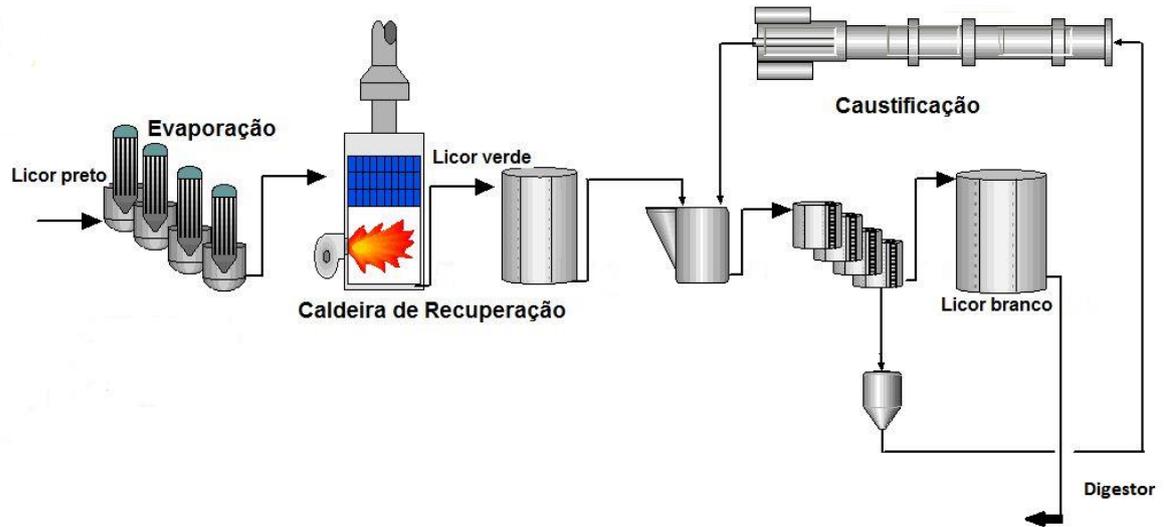
O processo inicial de recuperação dos produtos químicos é a evaporação, na qual o licor preto (fraco), contendo em torno de 14% de sólidos que sai do digestor é enviado a um sistema de evaporadores para elevação do seu teor de sólidos, gerando o licor preto (forte) com cerca de 75% de sólidos (SOUZA; MELO, 2016).

Esse licor concentrado é então queimado nas caldeiras de recuperação, onde acontece a redução do sulfato de sódio (Na_2SO_4) em sulfeto de sódio (Na_2S), recuperando assim, um dos agentes ativos utilizados no processo de polpação. Os sais fundidos resultantes desse processo constituem o SMELT, rico em sulfeto de sódio (Na_2S) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) (SOUZA; MELO, 2016).

No próximo passo, o SMELT é dissolvido gerando uma solução denominada licor verde. Por meio da adição de cal, constituída por cerca de 90% de óxido de cálcio (CaO), acontece então, a reação de caustificação, onde o carbonato de sódio (Na_2CO_3) presente é convertido em hidróxido de sódio (NaOH), fechando o ciclo de recuperação dos produtos químicos (SOUZA; MELO, 2016).

A figura 2 mostra o ciclo dos licores em um sistema de recuperação química no processo Kraft.

Figura 2: Visão geral do ciclo dos licores da recuperação química envolvidos no processo Kraft



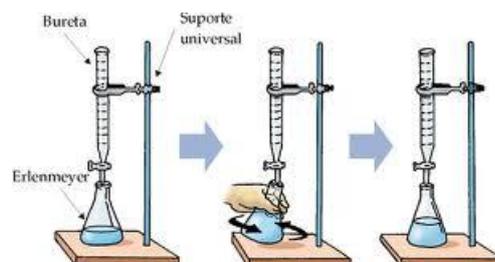
Fonte: Autores, 2016.

2.2 Procedimento de Titulometria (ABC)

O método utilizado para realizar a análise convencional que determina as concentrações de Sulfato de Sódio, Sulfeto de Sódio e Eficiência de Redução, é o procedimento de titulometria (ABC) (SCAN, 1985). A Titulometria é a análise quantitativa para determinar a concentração de uma solução. Conhecida como titulação, essa análise permite dosar uma solução e determinar a sua quantidade por intermédio de outra solução de concentração conhecida. Sendo que a solução padrão tem valor de concentração definido e a solução problema é aquela que procura-se o valor (SMANIOTTO, 2013).

A figura 3 mostra um sistema básico de titulação e componentes necessários para realização da análise convencional.

Figura 3: Sistema por titulação



Fonte: SMANIOTTO, 2013.

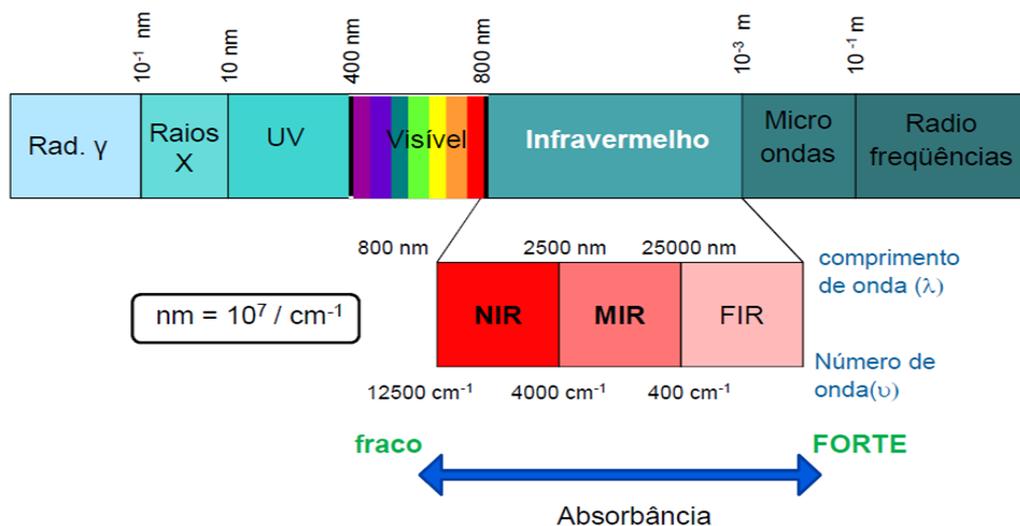
2.3 Espectroscopia NIR (Infravermelho Próximo)

É atribuída a Willian Herschel a descoberta da energia do infravermelho Próximo no século XIX.

A espectroscopia no NIR foi empregada desde o início da década de 1960, para determinar umidade em sementes. O seu uso se baseia nas curvas espectrais das amostras analisadas. O espectro de um determinado material obtido com radiação infravermelha é o resultado da absorção de energia, na forma de luz, por moléculas orgânicas, particularmente aquelas que possuem grande número de ligações do tipo C-N, N-H e O-H (AMORIM, 1996).

A figura 4 mostra a faixa espectral do NIR de 4000 a 12000 cm^{-1} .

Figura 4: Uso da Técnica NEAR INFRA RED para quantificação do SMELT



Fonte: NEAR-INFRARED-SURFACE-ENHANCED-RAMAN-SPECTROSCOPY, 2010.

O NIR apresenta-se como uma poderosa ferramenta para obtenção de dados, por sua vasta aplicação.

Gomes (2007) descreve sobre a tecnologia e suas aplicações nas medições dos diversos tipos de variáveis de processo na indústria.

São suas principais vantagens: o grande potencial na coleta de dados e possibilidade de uma análise não destrutiva das amostras (pois a radiação NIR é suficientemente pequena, o que faz com que a amostra não altere sua estrutura). Se utilizados recursos de transmissão de dados do tipo fibra óticas, por exemplo, tornam as análises a distâncias mais simples e livres de vibrações e descartam a presença de pessoas em ambientes de riscos ou tóxicos (GOMES, 2007).

De acordo com Marin (2013), estudos mostram que além do processo de fabricação de celulose, a tecnologia poderá ser aplicada em vários segmentos e setores de uma organização, e a aplicabilidade do sistema como:

Indústria Química: Produtores de polióis (surfactantes, álcoois graxos, ácidos graxos, etc.). Fenol, ácido acético, poliuretano, solventes, butadieno, níveis de monômero em polímero, aminas, estireno, etil benzeno, aromáticos, BTX, etc. Necessidade da aplicação; Certificação de produtos finais. Monitoramento do processo. Propriedades de interesse; Concentração de OH, índice de acidez, umidade, índice de iodo, etc.

Indústria Oleoquímica: Propriedades de interesse; Índice de iodo, umidade, %trans, ponto de névoa, fusão, índice de acidez, concentração de OH, etc.

Indústria do Biodiesel: Propriedades de interesse; Viscosidade, ponto de fulgor, número de cetano, água, índice de acidez, índice de iodo, concentração de metanol, monoglicérides, diglicérides, triglicérides, etc.

Indústria Farmacêutica: Pesquisa e Desenvolvimento. QA/QC; Identificação de material. Uniformidade na mistura de pós. Umidade em sólidos liofilizados. Controle de processo; Monitoramento da recuperação do solvente. Monitoramento de secadores e misturadores.

Alimentos e Bebidas: Determinação de proteína, gordura, umidade e lactose em queijos. Determinação do grau Brix, pureza e polarização em açúcar. Determinação do teor de umidade e gordura em peixes. Determinação de gordura, água e proteína em carnes. Determinação de proteína e caseína em leites. Determinação do teor alcoólico de bebidas destiladas. Determinação do teor de gordura em chocolates.

3 Metodologia

A metodologia utilizada no desenvolvimento foi estudo de caso em um processo de fabricação de celulose, uma abordagem qualitativa para demonstrar as características específicas de componentes químicos em uma caldeira de recuperação. Foi utilizado referencial teórico sobre o tema para obter embasamento e fundamentar as análises e comparação dos métodos usados no caso.

Para coleta de dados foram utilizadas ferramentas de consultas de propriedade da empresa (procedimentos de laboratório e operacionais) e entrevistas com os responsáveis pelo Controle de Qualidade e processo de recuperação

química.

Inicialmente o desenvolvimento tomou como base o método de análise convencional (ABC) para obter os resultados e dessa mesma amostra foram coletados os espectros no NIR. Os resultados foram identificados e salvos em planilha para garantir que se tratasse da mesma amostra e espectro. Após a coleta dos dados, os resultados analíticos foram direcionados para cada espectro, que posteriormente foram utilizados para a realização dos modelos.

4 Estudo de Caso

O estudo iniciou observando que as indústrias do setor de celulose estão na busca incessante para redução de custos e melhoria no rendimento operacional. Esse trabalho buscou, por meio de técnicas de modelagem, analisar componentes químicos utilizando o NIR para contribuir com a melhoria operacional de um processo de recuperação química em uma indústria de celulose.

Foram levantados dados junto ao controle de qualidade e dados operacionais, que contribuiriam para que o desenvolvimento do estudo atendesse a demanda exigida para melhoria do processo.

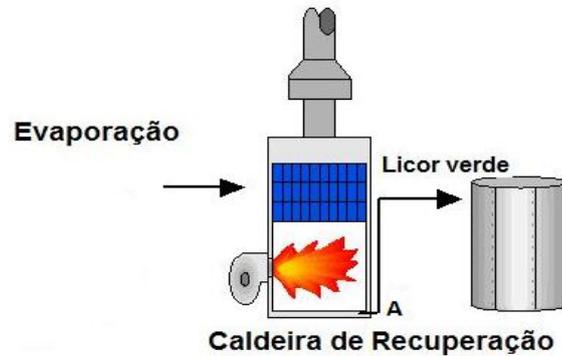
Durante o processo de recuperação, o licor preto que sai do digestor é levado para evaporação para que aumente o seu conteúdo de sólidos. O licor concentrado é então queimado nas caldeiras de recuperação. Os sais fundidos resultantes são tratados no processo de recuperação química e retornam para o processo de celulose na forma de licor branco (NaOH e Na₂S). Sendo assim, uma característica importante desse processo de recuperação dos sais inorgânicos. Frente à demanda de resultados rápidos, foi desenvolvido o estudo, onde, para a análise convencional (ABC) era estimado um maior tempo e ação operacional em caso de anormalidade na qualidade era tardia. Com os modelos desenvolvidos no NIR, notou-se relevante redução do tempo entre análises de aproximadamente 4 horas.

5 Amostragem

Para o desenvolvimento eficiente e relevante do trabalho, cerca de 100 amostras de licor (SMELT) foram coletadas no ponto identificado pela letra A como

apresentado na figura 5 na caldeira de recuperação por um período de um ano (2015 a 2016).

Figura 5: Ponto de amostragem do licor (SMELT) que foi usado para desenvolvimento do estudo



Fonte: Autores, 2016.

Um conjunto adicional constituído por um número entre 10 e 20 amostras tomadas de forma independente do conjunto de calibração foi empregado na validação externa dos modelos construídos para a previsão dos parâmetros de interesse do SMELT.

A tabela 1 mostra o número efetivo de amostras empregado na elaboração e validação de cada um dos modelos desenvolvidos nesse trabalho.

Tabela 1: Número de amostras empregado na elaboração dos modelos para cada um dos parâmetros do SMELT.

Parâmetro Avaliado	Quantidade de amostras utilizada no modelo	Quantidade de amostras utilizada na validação
Sulfato de Sódio	95	10
Sulfeto de Sódio	94	20
Eficiência de Redução	97	10

Fonte: Autores, 2016.

As amostras foram armazenadas em frascos e analisadas pelo método convencional de titulação (ABC) fornecendo resultados cujas faixas para cada parâmetro analisado encontram-se descrito na Tabela 2. Essas faixas de concentração abrangem as variações das etapas do processo Kraft.

Os resultados obtidos por meio dos métodos analíticos convencionais foram empregados no processo de obtenção dos espectros descrito no item 5.1.

Tabela 2: Faixa de concentração obtida para as amostras de licores empregadas na calibração e validação dos modelos desenvolvidos neste trabalho

Abreviatura	Parâmetro	Faixa de concentração
Na ₂ SO ₄	Sulfato de Sódio	0,5 a 3,9 g/L
Na ₂ S	Sulfeto de Sódio	22,3 a 76,8 g/L
EF	Eficiência de redução	93,8 a 98,5 %

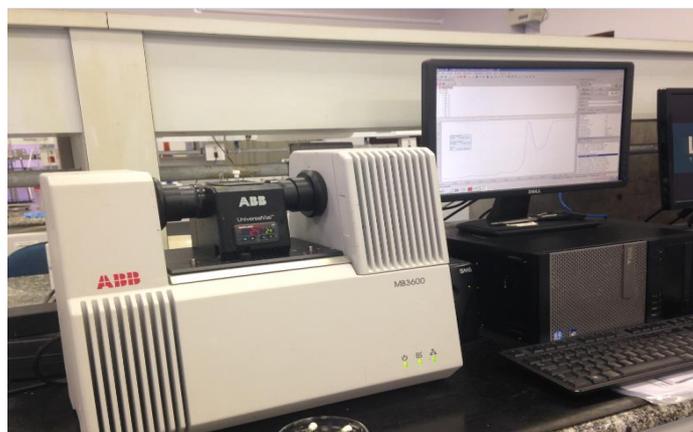
Fonte: Autores, 2016.

5.1 Obtenção dos espectros NIR

Os espectros das amostras de calibração e validação foram obtidos por meio de medidas de absorbâncias tomadas das amostras contidas em recipientes cilíndricos de quartzo com diâmetro de 5 mm. Todos os espectros foram obtidos em um espectrofotômetro FT-NIR marca ABB, modelo MB 3600. Empregou-se como referência um recipiente vazio. Os espectros foram obtidos na faixa de 4000 a 12000 cm⁻¹ e representam a média de 30 varreduras obtidas com resolução de 16 cm⁻¹.

A figura 6 mostra o equipamento utilizado para obtenção dos espectros e posteriormente os modelos.

Figura 6: Equipamento utilizado para realização dos modelos (MB 3600)



Fonte: Autores, 2016.

Para avaliação da qualidade dos resultados obtidos pelos modelos construídos empregou-se o programa estatístico Minitab.

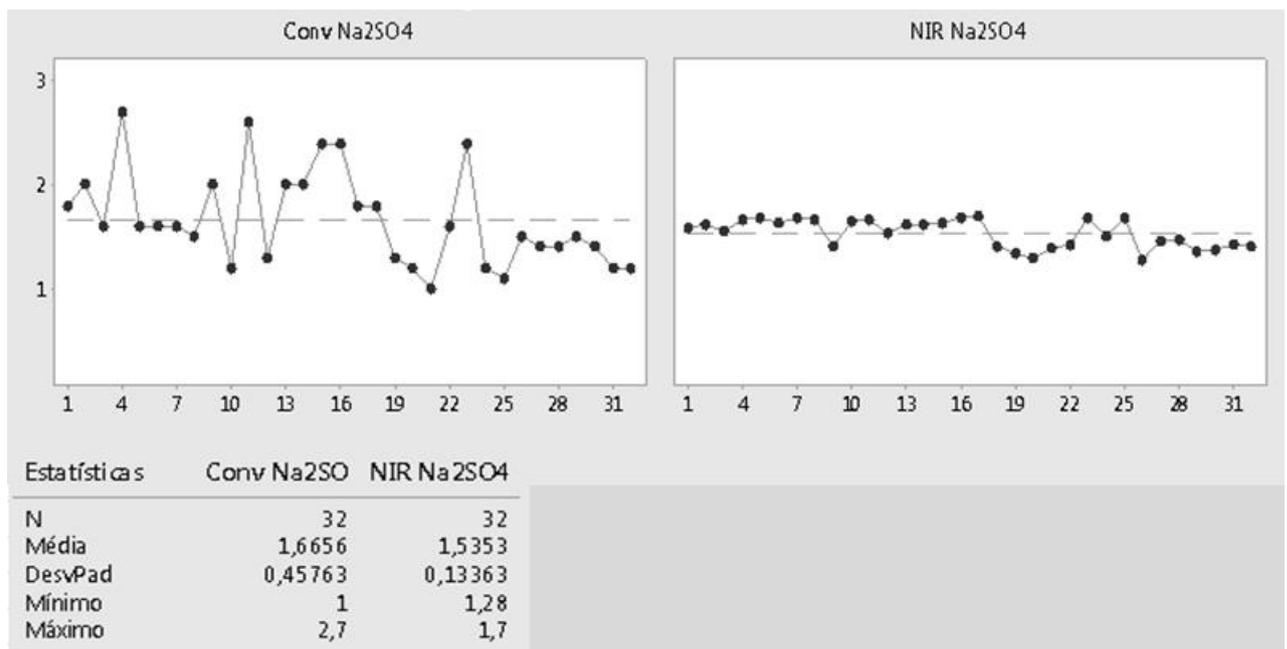
5.2 Resultados Obtidos

A implantação dos modelos trouxe economia para o laboratório de controle de processo com a redução de 90% do custo das análises associado ao menor consumo de reagentes utilizados na titulação.

A pesquisa mostrou que os resultados e comparativos entre os métodos convencionais e NIR foram satisfatórios para o Controle de Qualidade e para o processo de recuperação química.

A técnica NIR permitiu ganhos no controle operacional da fábrica. A princípio foi a redução no tempo de resposta de aproximadamente 4 horas, frente ao método convencional. Outro ganho foi a menor variação na faixa de controle do processo devido mínima interferência do método analítico. Na figura 7 é possível observar menor variação para o parâmetro de Sulfato de Sódio com desvio padrão de 0,13, onde, com o método convencional era 0,45. Após a aplicação do modelo a faixa de concentração teve uma maior estabilidade.

Figura 7. Resultados da variabilidade do Sulfato de Sódio em g/L no método convencional e depois da implementação (Minitab).



Fonte: Autores, 2016.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nova tecnologia apresentou bons resultados, visto que trouxe uma redução de gastos com reagentes químicos utilizados nas análises dos métodos convencionais do SMELT de 90%, e de aproximadamente 10% no custo total para o departamento de controle de qualidade. Maior segurança para os colaboradores em virtude de menor exposição com as amostras e contato com reagentes químicos. Para o processo produtivo proporcionou maior confiabilidade nos resultados e redução no tempo de análises de aproximadamente 4 horas, comparado com o método convencional, onde, teve uma correção operacional eficaz e rápida, conseqüentemente melhorando a qualidade do produto acabado.

Estatisticamente os resultados de predição dos modelos produziram coeficientes significativos com determinação de valores menores no desvio padrão de cada componente avaliado.

Desta forma, os resultados demonstram efetivamente que o desenvolvimento e validação dos métodos com uso do NIR para determinação das concentrações em g/L de Sulfato de Sódio, Sulfeto de Sódio e percentual na Eficiência de Redução, pode ser aplicado no sistema do SMELT da organização, permitindo a redução da variabilidade e favorecendo a qualidade do processo.

Além desse trabalho já implantado no Licor da Caldeira de Recuperação Química, e em virtude da ampla aplicação e potencial de ganho que o equipamento NIR pode alcançar, estão sendo realizados outros trabalhos em diversas áreas da organização.

REFERÊNCIAS

AMORIM, H. V. **Manual de Métodos Analíticos para o Controle da Produção de Álcool e Açúcar**. 2ª Ed. Piracicaba: Editora Fermentec/Fealq/Esalq-USP, 1996. 230p.

D`ALMEIDA, M. L. O., “**Celulose e Papel. Tecnologia de fabricação de pasta celulósica**”, IPT-SENAI, vol. 1, Cap. 3. (1988).

GOMES, F. F. V., **Aplicações do Infravermelho Próximo por Transformada de Fourier (FT-NIR) na medição de variáveis na indústria**. Coronel Fabriciano, UNILESTE-MG, junho de 2007, 51p.

IBÁ, **Papel tipo Exportação**. Disponível em: <http://iba.org/pt/9-conteudo/654>, 2016, Acesso em 15 setembro 2016.

MARIN, E.P., **Espectroscopia de infravermelho e suas aplicações**. 2013. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013.

NEAR-INFRARED-SURFACE-ENHANCED-RAMAN-SPECTROSCOPY-. **Near-infrared Surface Enhanced Raman Spectroscopy.br/Charles Hall.br/IRR-ATCC.br/November 3rd, 2010.br**.

SCANDINAVIAN PULP, PAPER AND BOARD, TESTING COMMITTEE **SCAN 30:85**. (1985).

SMANIOTTO, A., **“Introdução aos métodos titulométricos volumétricos”**. - Química Analítica - FarmáciaTurmas 02102A e 02102B, 2013.

SOSA, apud FÁVERO, MAITAN, s/d: FÁVERO, CRISTIANO; MAITAM, GIRO, M. V., **Aspectos gerais relacionados à produção de celulose**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABXcIAG/producao-celulose.html>>. 2007, Acesso em 15 setembro 2016.

SOUZA, G., MELO, F.A., **Proceedings of the ABTCP & RIADICYP 2016**, The 49th ABTCP International Pulp and Paper Congress, October, 25-27. 2016, Sao Paulo Brazil. © 2016 ABTCP.

TSUCHIKAWA, S., and KOBORI, H., **“A review of recente appications of near infreded spectroscopy to wood science and technology”**, J. Wood Sci., vol 61, pp. 213-220. (2015).

WILLIAMS, P., and NORRIS, K., **“Near-Infrared Technology in Agricultural and Food Industries”**, 2nd ed, American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN. (2001).

METODOLOGIA PARA CONTROLE DA GESTÃO E EXECUÇÃO DA LUBRIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Orientador Professor Luis Felipe Scalet Rossini - FAAG¹
Ailson Claudio de Almeida Cruz- FAAG²
João Daniel Estevam Kravszenko- FAAG³

RESUMO

O presente artigo traz uma nova metodologia para gestão, execução e controle da lubrificação de equipamentos em uma indústria do ramo alimentício. A implantação desta metodologia é muito importante, pois cerca de 29% das paradas de linha são ocasionadas por lubrificação incorreta. O trabalho tem por objetivo implementar um processo sustentável de lubrificação através da definição dos requisitos básicos de identificação de lubrificantes; organização dos planos e elaboração de procedimentos, focando na redução de quebras de equipamentos por falta, excesso ou lubrificação incorreta dos componentes em pelo menos 50% do atual indicador. O método utilizado é o pesquisa-ação, no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação estão envolvidos de modo participativo. Através da análise dos dados de quebras de linhas por lubrificação inadequada, foram implementadas melhorias no planejamento e execução da atividade, resultando em melhoria significativa dos indicadores.

Palavras chave: Lubrificação Industrial. Manutenção. Ferramentas de melhoria contínua.

ABSTRACT

This article presents a new methodology for the management, execution and control of equipment lubrication in a food industry in the city of Agudos. The implementation of this methodology is very important, considering that 29% of the line stops are caused by

¹ Professor Especialista da Faculdade de Agudos – FAAG - luis.rossini@faag.com.br

² Aluno de engenharia de produção da Faculdade de Agudos – FAAG - ailson.acac@gmail.com

³ Aluno de engenharia de produção da Faculdade de Agudos – FAAG - danielkravs@yahoo.com.br

incorrect lubrication. The objective of this article is to implement a sustainable lubrication process by defining the basic lubrication identification requirements; organization of plans and elaboration of procedures, focusing on the reduction of equipment breaks due to lack, excess or incorrect lubrication of the components in at least 50% of the current indicator. The method used is action research, in which researchers and participants representing the situation are involved in a participatory manner. By analyzing the data of line breaks due to inadequate lubrication, improvements were made in the planning and execution of the activity, resulting in a significant improvement of the indicators.

Keywords: Industrial lubrication. Maintenance. Continuous improvement tools

1 INTRODUÇÃO

A crescente globalização e a acirrada concorrência fazem com que as empresas busquem melhorias de produtividade, eliminem ineficiências, realizem inovações e reduzam seus custos para otimizar seu lucros e resultados. Neste cenário, é preciso que as atividades de manutenção e lubrificação se integrem de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo para que a empresa caminhe rumo à excelência.

Para contribuir com os resultados da organização, a manutenção deve se configurar como agente proativo. As atividades de lubrificação são de responsabilidade da manutenção e sua correta realização evita possíveis falhas e quebras nos equipamentos e máquinas. Sua importância é vital para trazer confiança e qualidade ao processo e também diminuir desperdícios.

A falta de um bom programa de manutenção pode gerar prejuízos para o processo, pois a quebra de máquinas e equipamentos acarreta em perdas de produção, atrasos na entrega dos produtos, aumento do custo de produção e insatisfação dos clientes internos e externos.

De modo geral, a manutenção em uma empresa tem como objetivo manter equipamentos e máquinas em condições de funcionamento para garantir a produção normal e a consequente qualidade dos produtos, além de prevenir possíveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas.

Alcançar esses objetivos requer manutenção diária em serviços de rotina e de reparos periódicos programados. A manutenção ideal de uma máquina é a que permite a disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a

um custo adequado. Considerando os objetivos gerais do departamento de manutenção, o presente trabalho demonstra a implementação de uma nova metodologia de lubrificação. O projeto terá uma importância para os indicadores de MTBF (tempo médio entre falhas) e MTTR (tempo médio para reparo), focando em eliminar a falta e/ou incorreta lubrificação de equipamentos de uma indústria do ramo alimentício instalada na cidade de Agudos/SP.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados referenciais teóricos sobre manutenção, lubrificação e ferramentas de melhoria contínua.

2.1 Manutenção

Para Mirshawka; Olmedo (1993), manutenção é um conjunto de ações que permitem manter ou reestabelecer um bem dentro de um estado específico ou como uma medida para assegurar um determinado serviço. A manutenção se baseia em um conjunto de atividades administrativas e técnicas, que tem por finalidade conservar um item a fim de que o mesmo cumpra a função para qual foi exigida, pode se dizer que equivale ao termo conservação.

2.1.1 Manutenção corretiva

Branco Filho, (2008) descreve a manutenção corretiva como todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em modo de falha. Aquela que não puder ser adiada ou planejada deve ser considerada manutenção corretiva de emergência (aconteceu agora e preciso fazer agora). Nas situações extremas, um equipamento pode ser mantido em serviço apesar de não mais satisfazer o que foi programado a fazer. Esta é a área cinzenta entre a definição de manutenção corretiva e a definição de manutenção preventiva.

2.1.2 Manutenção preventiva

Mirshawka e Olmedo (1993) conceituam a manutenção preventiva como realização de reparos e trocas de peças ou componentes de modo a prevenir de uma futura quebra ou perda de rendimento e qualidade de um item.

2.1.3 Manutenção preditiva

Na opinião de Mirshawka e Olmedo, (1993), a manutenção preditiva é a avaliação da tendência de falhas por meio da coleta de dados, análise estatística e teoria da probabilidade, sendo utilizada para basear o real estado do equipamento ou componente. Esse tipo de manutenção enfatiza a eliminação e a redução da necessidade de manutenção corretiva sempre que possível, a inspeção e detecção de falhas antes que aconteça por meio de reparos dos defeitos a monitoração das condições de desempenho dos equipamentos e componentes.

2.1.4 Manutenção detectiva

Entendemos a manutenção detectiva como a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando que busca detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra. (XAVIER, 2014).

2.1.5 Engenharia de manutenção

Segundo Xavier, 2014, engenharia de manutenção é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. É deixar de ficar consertando e melhorar os padrões e sistemáticas, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Já na opinião de Estanqueiro (2008), engenharia de manutenção significa aplicar técnicas modernas, estar sempre atualizado sobre maneiras mais apropriadas de se analisar as falhas e realizar planejamento cujo qual tem por objetivo minimizar a ocorrência de falhas.

3 Lubrificação

Outro conceito importante é o de lubrificação que consiste na formação de uma película que impede o contato direto entre duas superfícies que se movam relativamente entre si, reduzindo ao mínimo, o atrito entre as partes. A substância apropriada normalmente utilizada é um óleo ou uma graxa que impede o contato direto entre as superfícies sólidas. (ARAÚJO, 2009).

O atrito é uma resistência que se opõe ao movimento. Esta resistência é medida por uma força denominada de força de atrito. Encontramos o atrito em qualquer tipo de movimento entre sólidos, líquidos ou gases. No caso de movimento entre sólidos, o atrito pode ser definido como a resistência que se manifesta ao movimentar-se um corpo sobre outro (ARMINI; ULIANA, 2007).

3.1 Classificação dos óleos quanto à origem

Armini e Uliana (2007) classificam os óleos em quatro categorias quanto à origem: óleos minerais, óleos vegetais, óleos animais e óleos sintéticos.

- ✓ Óleos minerais - São substâncias obtidas a partir do petróleo e são classificadas em óleos parafínicos ou óleos naftênicos.
- ✓ Óleos vegetais - São extraídos de sementes como soja, girassol, milho, algodão, mamona, babaçu etc.
- ✓ Óleos animais - São extraídos de animais como a baleia, o cachalote, o bacalhau, entre outros.
- ✓ Óleos sintéticos - São produzidos em indústrias químicas que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas para fabricá-los. Estas substâncias podem ser silicones, resinas, glicerinas etc.

3.2 Graxas

As graxas são compostos lubrificantes semissólidos constituídos por uma mistura de óleo, aditivos e agentes engrossadores chamados sabões metálicos, à base de alumínio, cálcio, sódio, lítio e bário. Elas são utilizadas onde o uso de óleos não é recomendado. (ARAÚJO, 2009).

3.3 Funções dos lubrificantes

Armini e Uliana (2007) definem as principais funções dos lubrificantes em suas diversas aplicações como:

- ✓ Controle do atrito – transformando o atrito sólido em atrito fluido, evitando assim a perda de energia.
- ✓ Controle do desgaste – reduzindo ao mínimo o contato entre as superfícies, que causam o desgaste.
- ✓ Controle da temperatura – absorvendo o calor gerado pelo contato das superfícies.
- ✓ Controle da corrosão – evitando que ação de ácidos destrua os metais e a transmissão de força.
- ✓ Amortecimento de choques – transferindo energia mecânica para energia fluida (como nos amortecedores dos automóveis) e amortecendo o choque dos dentes de engrenagens.
- ✓ Remoção de contaminantes – evitando a formação de borras e vernizes.
- ✓ Vedação – impedindo a saída de lubrificantes e a entrada de partículas contaminantes (função das graxas), e impedindo a entrada de outros fluidos.

A falta de lubrificação causa uma série de problemas nas máquinas. Entre eles o aumento do atrito, aumento do desgaste, aquecimento, dilatação das peças, desalinhamento, ruídos e Ruptura das peças. (ARMINI; ULIANA, 2007).

4 Ferramentas de melhoria continua

4.1 Poka yoke

A expressão *Poka Yoke* (que em português se pronuncia pocá-ioquê) surgiu no Japão e significa “à prova de erros”. A técnica *Poka yoke* consiste na aplicação de mecanismos que evitam erros e defeitos na produção e no desenvolvimento de atividades por consequência a diminuição de custos, desperdícios e retrabalhos. (NIKKAN, 1997)

Segundo Shingo (1996), inspeção sucessiva, auto inspeção e inspeção na fonte podem ser todas alcançadas através do uso de métodos *Poka-yoke*. O *Poka-yoke* possibilita a inspeção 100% através de controle físico ou mecânico.

4.2 5 S

O 5S surgiu no Japão na década de 50 logo após a segunda guerra mundial como um programa de controle de qualidade total. Seu nome faz referência a 5 palavras japonesas iniciadas com a letra S no alfabeto ocidental, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

Para (Bormio, 2000, p. 12) os sensores são classificados como:

- ✓ Senso de Utilização (*Seiri*): Definir os itens que serão utilizados no processo e eliminar aquilo que for desnecessário.
- ✓ Senso de Organização (*Seiton*): Organizar todos os itens que serão utilizados de maneira que fiquem dispostos conforme sua frequência de uso.
- ✓ Senso de Limpeza (*Seiso*): Deixar o ambiente limpo, que ajuda a visualizar eventuais falhas do processo.
- ✓ Senso de Saúde (*Seiketsu*): Manter a saúde e integridade dos operadores é fundamental para conseguir os 3 sensores anteriores.
- ✓ Senso de autodisciplina (*Shitsuke*): Todos dispostos a cumprir o que foi proposto para manutenção dos 4 sensores.

A filosofia do 5S busca promover, através da consciência e responsabilidade de todos, a disciplina, segurança e produtividade no ambiente de trabalho.

5 MATERIAIS E METODOS

O projeto foi realizado em uma unidade fabril de produção de bebidas, tendo como objetivo a implantação de uma nova metodologia para execução e controle da lubrificação através do uso de etiquetas coloridas para identificar o tipo de lubrificante utilizado em cada equipamento.

O método da pesquisa-ação os membros do sistema que está sendo estudado são envolvidos ativamente em suas etapas com o objetivo de tornar as ações mais efetivas enquanto se constrói conhecimento científico. Esta participação é o grande diferencial da pesquisa-ação quando comparadas às pesquisas tradicionais, onde os membros do sistema são objetos de estudo (Coughlan e Coughlan, 2002).

Esse trabalho busca-se adotar uma abordagem científica para estudar a resolução de fatores sociais ou organizacionais importantes em conjunto com os que avaliam esses fatores diretamente. (CAUCHICK, 2011).

6 RESULTADOS

O projeto se iniciou em junho de 2016 Inicialmente, foram definidas cores de identificação para cada viscosidade de lubrificante, mostradas na tabela 1. Através da análise dos manuais dos fabricantes dos equipamentos, os pontos de lubrificação foram identificados com a respectiva cor de cada lubrificante utilizado. Todos os operadores dos equipamentos foram envolvidos no projeto acrescentando conhecimento técnico e experiência pessoal.

Tabela 1 – Tabela de Viscosidade

VISCOSIDADE ISO VG	COR
10	BRANCO
22	ROSA
32	AZUL
46	VERMELHO
68	VERDE
100	AMARELO
150	AZUL CLARO
220	PRETO
320	CINZA
460	LARANJA
680	VERDE CLARO
1000	VIOLETA/ROXO
1500	MARROM

Fonte: Próprio autor

A identificação por cor dos pontos de lubrificação proporcionou maior entendimento, criando um *poka yoke* visual, onde o colaborador identifica facilmente qual lubrificante deve ser utilizado em cada ponto, evitando assim a ocorrência de erros.

Além da cor para identificação da viscosidade do lubrificante, cada plaqueta contém informações de frequência de lubrificação do ponto, evitando-se mistura de lubrificantes e falta ou excesso de lubrificação, número do ponto da identificação do procedimento, método de aplicação e código no SAP ERP (Sistema integrado de gestão empresarial transacional). Exemplo de plaquetas são mostrados na figura 1.

Figura 1 – Plaquetas de identificação.

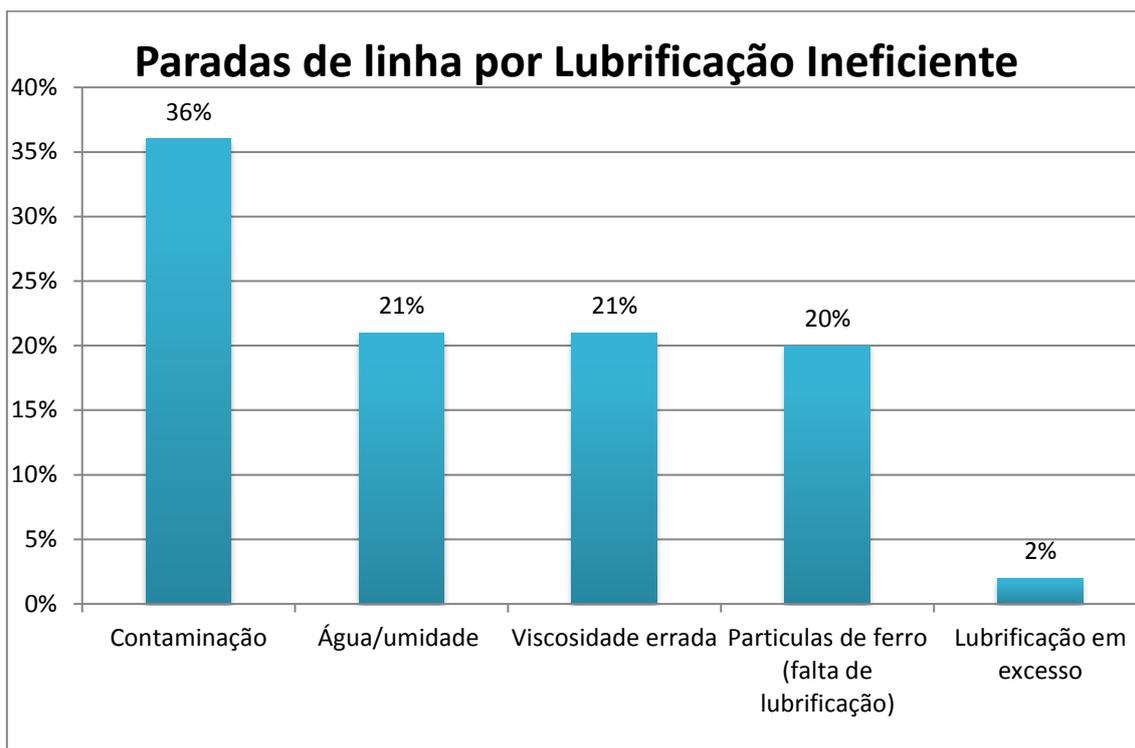


Fonte: Próprio autor

Foram elaborados *check-list* e procedimentos de lubrificação para auxiliar os funcionários e contribuir para a redução de falhas por lubrificação.

Os procedimentos operacionais indicam os pontos que devem ser lubrificados, as ferramentas utilizadas para atividade, os *EPI's* (equipamento de proteção individual) necessários, além do passo a passo para realização da lubrificação e estão exemplificados na figura 2.

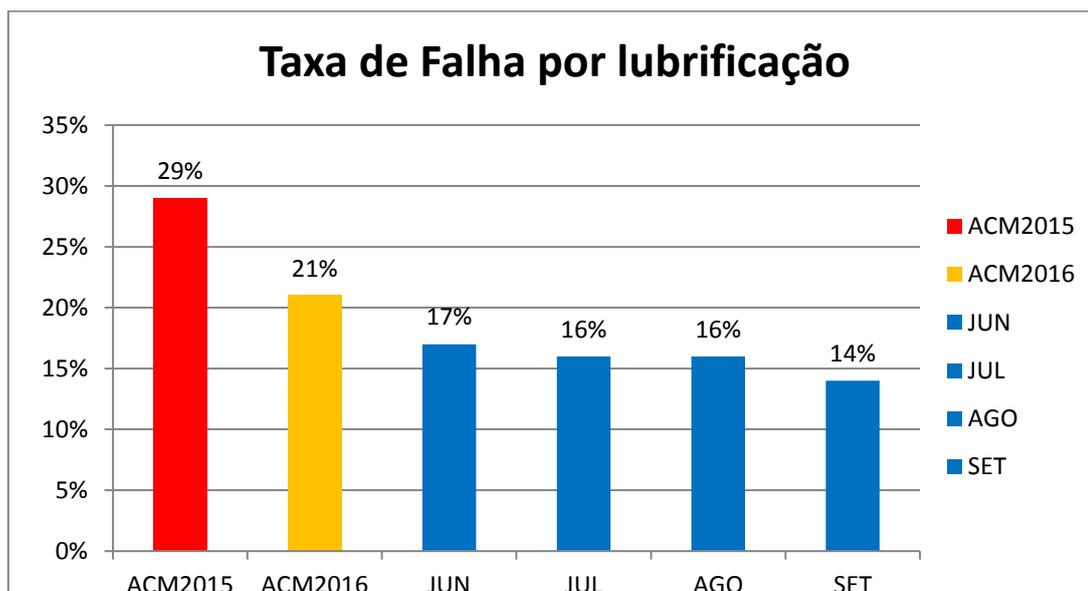
Já os *check lists*, apresentados na figura 3, possuem a função de registrar que a lubrificação foi realizada de acordo com a frequência exigida, sendo utilizados para atividades de verificação e reposição de lubrificantes. Para troca completa do lubrificante são geradas ordens de manutenção de acordo com o cadastro de cada equipamento no SAP ERP.

Gráfico 1– Paradas por lubrificação.

Fonte: Próprio autor

No gráfico 1, podemos identificar as falhas por contaminação que é a mistura de lubrificantes de viscosidades diferentes, também por falhas ocasionadas por umidade que é a falta de 5 s no local, viscosidade errada que é a utilização de lubrificantes com viscosidade diferente da recomendada, partículas de ferro que seria a falta de lubrificação e a lubrificação em excesso que mesmo com o lubrificante de viscosidade certa pode danificar o equipamento.

Mesmo com o projeto em fase de implementação, já é possível notar uma considerável queda nas taxas de falha, sendo o valor acumulado para o ano de 2016 de 21%, chegando a 14% no mês de setembro. Os resultados do projeto podem ser visualizados no gráfico 2.

Gráfico 2– Falha de lubrificação

Fonte: Próprio autor

Outra melhoria implantada neste projeto foi a organização da sala de lubrificação, tornando-a essencial para esta atividade ao invés de ser “apenas um local para guardar graxa”. Desta forma, foi possível organizar a atividade e evitar que bombas de graxa manuais e pneumáticas ficassem espalhadas pela fábrica, comprometendo a realização da lubrificação. As figuras 5 e 6 mostram a sala de lubrificação antes e depois da organização.

Figura 5 – Sala de lubrificação antiga

Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – Nova sala de lubrificação

Fonte: Própria

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação deste projeto foi essencial para demonstrar a importância da correta lubrificação dos equipamentos. No início do projeto não houve resistência por parte da operação todos concordaram que a implementação do projeto seria vital para um melhor resultado da empresa, todos ajudaram como puderam na elaboração de procedimentos, melhoria nos check list já existentes ou seja na identificação e etiquetagem dos equipamentos. As melhorias já são percebidas mesmo em fase de implementação, já apresenta um resultado satisfatório, reduzindo as falhas por lubrificação de 29% (acumulado 2015) para 14% (setembro de 2016). Além disso, a atividade é realizada de forma mais simples, eficiente e com ferramentas que reduzem os erros, ocasionando maior eficiência, produtividade e conseqüente lucro para a empresa e satisfação dos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. Curso de tecnologia em manutenção industrial na CEFET/MG. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfnnvUAI/trabalho-lubrificacao-industrial>>. Acesso em: 10 out. 2016.

ARMINI, E. P.; ULIANA, F.S. CPM: programa de certificação de pessoal de manutenção. SENAI - ES, 1997. Disponível em: <www.abraman.org.br/docs/apostilas/mecanica-lubrificacao.pdf>. Acesso em: 14 out 2016.

BORMIO, M.R. Manutenção produtiva total (TPM). CENPRO. Curso de Especialização em Engenharia de Produção. Junho de 2000.

BRANCO FILHO, Gil. A Organização, o planejamento e o controle da manutenção. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.

COUGHLAN, Paul; COGHLAN, David. Action research for operations management. International journal of operations & production management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

CAUCHICK, Miguel Paulo. Aspectos relevantes no uso da pesquisa-ação na engenharia de produção. Exacta, v. 9, n. 1, 2011, pp. 59-70 Universidade Nove de Julho. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81018619006>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

ESTANQUEIRO, R. F. Práticas de simplificação na implementação do TPM - total Productive Maintenance: estudo de caso empresa do setor automobilístico. Santa Bárbara do Oeste, 2008. Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Piracicaba. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/bibdig/aluno/visualiza.php?cod=849150107_rodrigofelippeestaqueiro.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lopes. Manutenção combate aos custos da não eficácia: a vez do Brasil. São Paulo: Makron Books do Brasil Ltda. 1993.

NIKKAN, Kogyo Shimbun. Ltd.: Poka-Yoke: improving product quality by preventing defects productivity press. 1987 (Japanese), 1988 (English). Disponível em: <<http://www.novonegocio.com.br/lideranca-e-gestao/poka-yoke>> Acesso em: 10 out. 2016.

SHINGO, Shingeo. O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção. Bookman: Porto Alegre, 1996 (português).

XAVIER, Julio Nascif. Manutenção: tipos e tendências. Disponível em: <<http://engeman.com.br/pt-br/artigos-tecnicos/manutencao-tipos-e-tendencias/print/2005>>. Acesso em: 16 out. 2016.