

Desenvolvimento de um Plano de Manutenção Preventiva para reatores de uma indústria química de Ponta Grossa-PR

Fabio de Souza Porto (UNOPAR) fabio_porto@hotmail.com
Carolina Kratsch Sgarbossa (UTFPR) carolina.sgarb@gmail.com

Resumo:

O setor de manutenção pode interferir em questões importantes para o sucesso das empresas. Tais intervenções podem parecer importantes somente para a área produtiva, mas tem relevância para a segurança do trabalho e meio ambiente. Este estudo propõe um plano de manutenção preventiva para dois reatores de uma indústria química do município de Ponta Grossa-PR. As técnicas de pesquisa foram através da coleta de dados, utilizando métodos observacionais e documental, com uso de registros e índices com a coleta de dados quantitativos e utilização de estatística simples para desenvolvimento do resultado do trabalho. Utilizou-se os fundamentos de Moubray (1997) para fazer um processo de implantação de uma manutenção centrada na confiabilidade e, após o estudo, foi feito o levantamento de dados, através de observação e histórico operacionais, para posterior tabulação em planilha, com a finalidade de analisar os dados, aplicar os métodos e obter o resultado final. Foram determinados o tempo médio de trabalho em horas por mês dos reatores e o tempo médio entre falhas das válvulas guilhotinas, das unidades hidráulicas e dos castelos de agitação dos reatores para apresentar o plano de manutenção preventiva para cada reator. O plano de manutenção preventiva e o início da verificação de desempenho são uma forma de melhorar a confiabilidade do equipamento. O resultado desse plano pode trazer um menor tempo gasto com manutenções preventivas com componentes que não necessitam. É importante utilizar a manutenção como uma ferramenta importante de gestão de qualidade, pois tem importante papel na otimização dos processos industriais.

Palavras chave: Manutenção preventiva, Vasos de pressão, Sistema de qualidade.

Development of a Preventive Maintenance Plan for reactors of a chemical industry in Ponta Grossa-PR

Abstract

The maintenance area can interfere with important issues to business success. Such interventions may seem important only to the productive area, but have relevance to work safety and the environment. This study proposes a preventive maintenance plan for two reactors of a chemical industry in the city of Ponta Grossa-PR. The research techniques were through the collection of data, using observational and documentary methods, using records and indexes with the collection of quantitative data and the use of simple statistics for the development of the work result. We used the fundamentals of Moubray (1997) to make a reliability-based maintenance implementation process and, after the study, the data were collected through observation and operational history, for subsequent tabulation in a worksheet, with the analyze the data, apply the methods and obtain the final result. The average working time in hours per month of the reactors and the mean time between failures of the guillotine valves, the hydraulic units and the shaking chambers of the reactors were determinated to present the preventive maintenance plan for each reactor. The preventive maintenance plan and the start of performance verification are one way to improve the reliability of the equipment. The result of this plan can bring less time spent with preventive maintenance with components that do not need. It is important to use maintenance as an

important quality management tool, as it plays an important role in the optimization of industrial processes.

Key-words: Preventive maintenance, Pressure vessels, Quality system.

1. Introdução

Com o mercado cada vez mais globalizado e competitivo, as empresas vêm mudando seu modo de pensar e agir através de políticas que priorizam o foco no cliente, redução de custos, preservação do meio ambiente e o bem-estar e segurança de seus colaboradores. Partindo desse pressuposto, consegue-se elencar algumas situações da empresa que, se bem administradas, podem dar uma boa vantagem no mercado. Custos, qualidade, reputação da empresa, distribuição ampla com confiabilidade no tempo são alguns dos principais quesitos.

O setor de manutenção nas empresas brasileiras, muitas vezes, é considerado como o “mal necessário” para a organização. Tal visão é completamente errônea, já que, é nítida a importância estratégica que esse setor pode ter para a organização, se bem administrado. Ao vivenciar um pouco o trabalho desse setor, nota-se a interferência que a manutenção pode ter em questões importantes para o sucesso da empresa como por exemplo: qualidade do processo, tempos de setup de máquinas, melhorias dos processos, dispositivos de segurança, diminuir perdas em processo, entre outros, que a princípio podem parecer importante somente para a área produtiva, mas tem relevância para a segurança do trabalho e meio ambiente.

Os reatores, também conhecidos como vasos de pressão, são tanques ou cilindros fechados, que são utilizados para armazenar líquidos e gases perigosos, que possam criar pressão no seu armazenamento. São equipamentos tipicamente comuns no setor petroquímico e químico. Os reatores possuem muitos componentes, que podem influenciar na produção, já que durante o processo, é necessário ter vácuo internamente, as temperaturas devem ser precisas, as velocidades de agitação não podem ser diferentes daquela estipulada, as quantidades das matérias-primas devem ser adicionadas corretamente.

Os vasos de pressão têm importância vital para a planta, porque se tratam do equipamento transformador dos produtos da empresa, e têm tamanhos que variam de 1 m³ até 20 m³, dando versatilidade à produção, pois possibilitam a fabricação de lotes maiores ou menores quando necessário. Demandam muito cuidado devido ao fator de risco que um processo mal feito pode causar, que vão desde os vazamentos de gases tóxicos, vazamentos de líquidos corrosivos ou prejudiciais ao meio ambiente, início de incêndios e até mesmo explosões. Porém, o cuidado que a manutenção deve ter com esse equipamento é grande também, não só pensando em segurança, mas também na qualidade do produto. Qualquer vazamento ou entrada de gases pode comprometer todo o processo.

As manutenções preventivas dos reatores, que são os equipamentos principais do processo produtivo da indústria em estudo, são feitas anualmente. Porém, essa frequência não considera o fato de que alguns desses equipamentos têm um tempo de funcionamento maior que outros, desconsiderando que alguns desses equipamentos trabalham bem mais tempo que outros, afetando assim a confiabilidade desse plano de manutenção. O objetivo desse estudo é elencar as partes que têm efeito direto no processo produtivo e, através dos históricos obtidos de quebras de cada parte listada, fazer um novo plano de manutenção preventiva, levando em consideração as horas trabalhadas para cada componente. A viabilidade do estudo ocorre pelo fato de possuir o acesso aos dados do histórico de manutenção corretivas e de horas trabalhadas por reator, ao databook dos equipamentos que possuem dados a respeito de todos os componentes do equipamento, da possibilidade da coleta de informações com o setor de manutenção e de produção para refinar o resultado da pesquisa.

2. Materiais e métodos

A indústria química em questão conta com 2 plantas fabris que têm uma capacidade de produção mensal de 5.000 toneladas de resina. A manufatura é dedicada à produção de resinas sintéticas para todo tipo de aplicação, como por exemplo, para tintas, adesivos, plásticos, entre outros, e também distribuição de produtos químicos de matéria-prima. Dentre as resinas produzidas, destacam-se as resinas alquídicas e as de emulsão.

Durante todo o período de estudo, buscou-se encontrar um plano de manutenção preventiva para os reatores que trabalham mais tempo. As técnicas de pesquisa foram através da coleta de dados, utilizando métodos observacionais e documental, com uso de registros e índices com a coleta de dados quantitativos e utilização de estatística simples para desenvolvimento do resultado do trabalho.

Utilizou-se os fundamentos de Moubray (1997) para fazer um processo de implantação de uma manutenção centrada na confiabilidade e, após o estudo, foi feito o levantamento de dados, através de observação e histórico operacionais, para posterior tabulação em planilha, com a finalidade de analisar os dados, aplicar os métodos e obter o resultado final.

Para esse estudo, foram utilizados os reatores 4 e 6, conforme ilustrados na Figura 1 e Figura 2, respectivamente, por serem os equipamentos que possuem uma maior carga de trabalho na planta. Esses equipamentos são considerados de tamanho médio, mas possuem muita importância devido ao seu volume de produção. Eles também detêm o maior nível de aproveitamento. Os reatores têm, em média mensal, uma capacidade de 624 horas de trabalho e normalmente ultrapassam a marca de 85% de horas trabalhadas em relação ao total disponível.



Fonte: O autor

Figura 1 – Reator 4 (capacidade de 4000 litros)

Esse trabalho tentou atingir uma manutenção preventiva baseada nas horas trabalhadas pelos reatores, utilizando o tempo médio entre falhas dos componentes-chaves dos equipamentos. Portanto, foi necessário determinar, por ordem, os componentes-chaves, as horas de trabalho média por mês dos reatores 4 e 6, o tempo médio entre falhas e, por fim, as horas trabalhadas entre falhas. Toda e qualquer manutenção feita é descrita na Ordem de manutenção, e posteriormente, é passada para o sistema de ERP - Enterprise Resource Planning - para monitoramento.

Os reatores, por se tratarem de equipamentos extremamente especializados, têm um grande número de componentes em sua formação. Para determinação dos componentes-chaves,

referem-se aos componentes que podem afetar a qualidade do produto final. Para essa determinação, excluem-se aquelas peças que têm efeito apenas se houverem falha operacional humana, já que essas não são suscetíveis às manutenções mecânicas e apenas podem ser sanadas com treinamentos.



Fonte: O autor

Figura 2 – Reator 6 (capacidade de 6000 litros)

Para adição de compostos químicos sólidos são utilizadas as válvulas guilhotinas que podem ter acionamento pneumático (através do software) ou manual. Nessa parte do processo também se encontraram casos de falhas operacionais, porém, com as válvulas guilhotinas verificou-se o primeiro problema mecânico crônico do processo: a vedação da válvula. A vedação da válvula é feita através de gaxetas que dão a vedação, mas com o tempo e as adições das partículas sólidas, começam a se depositar na área de colocação da gaxeta, fazendo com que a guilhotina da válvula não feche completamente, promovendo a passagem de sólidos além do programado na ordem de produção, o que torna esse componente um dos que será necessário realizar manutenções preventivas para evitar a situação.

As unidades hidráulicas são responsáveis pelo controle da movimentação, movimentação das pás misturadoras e do castelo de agitação. Essas pás têm o objetivo de fazer a mistura dos compostos químicos e agitação dos mesmos, e são acionadas através da força motriz da unidade hidráulica que movimenta o castelo de agitação, semieixo e o eixo que contém as pás. É um equipamento de importância ímpar, considerando que todo o processo químico que ocorre no reator é possibilitado por essa mistura. É composto por dois motores que possibilitam o funcionamento. Além da importância para o processo, esse equipamento é crítico devido à precariedade da manutenção e à inexistência de reposição rápida no caso de falhas.



Fonte: O autor

Figura 3 – Castelo de agitação do reator 4

Por fim, o castelo de agitação, ilustrado na Figura 3, já é alvo de manutenções preventivas, que são anuais. Porém, devido à alguns acontecimentos históricos onde ocorreram falhas do equipamento antes da próxima verificação preventiva, é possível notar que tal prevenção não tem sido eficaz em todos os casos. O castelo é movido pelas unidades hidráulicas e também possui peças de importante valor. Dentre elas, está o selo mecânico, que é responsável pela vedação do equipamento para que não escape nenhum gás, função de extrema importância. Além disso, há, também, rolamentos, que são responsáveis pela movimentação do semieixo e retentores, que são responsáveis pela retenção da graxa de modo a manter o sistema lubrificado. Tais componentes podem trabalhar perfeitamente e sem quebras, com uma manutenção preventiva adequada, logo, também devem ser alvos dos estudos.

3. Resultados e discussão

Foram determinados o tempo médio de trabalho em horas por mês dos reatores e o tempo médio entre falhas das válvulas guilhotinas, das unidades hidráulicas e dos castelos de agitação dos dois reatores para apresentar o plano de manutenção preventiva para cada reator.

3.1 Determinação do tempo médio de trabalho em horas por mês dos reatores

Para encontrar o tempo médio de trabalho dos reatores, foi necessário extrair o relatório referente às horas trabalhadas por mês dos reatores 4 e 6. Para isso, utilizou-se o sistema ERP parametrizando a pesquisa na série histórica de janeiro de 2014 até outubro de 2015.

Após obter os dados do sistema, transferiu-se para uma planilha de Excel, com a finalidade de analisar os dados, onde foi possível obter o nível de ociosidade do equipamento, a quantidade total de horas trabalhadas por mês, por ano e no período, e através deles, obter a informação da média de horas trabalhadas por mês durante a série histórica.

Para a determinação da média foi utilizado o cálculo de média aritmética simples, devido ao fato de não haver nenhum fator que possa ponderar a favor da média. Aplicando a fórmula da média aritmética, obteve-se que a média de horas trabalhadas por mês do reator 4 foi de 468 horas e de 510 horas trabalhadas por mês em média para o Reator 6.

3.2 Determinação do tempo médio entre falhas

A partir desse ponto foi abordado a parte relativa ao tempo médio entre falhas, através das datas, e depois fez-se uma média de horas trabalhadas entre essas falhas, para se obter um período ideal para as manutenções preventivas. A determinação foi feita para os dois reatores que são os objetos de estudo, e as informações de horas trabalhadas e de falhas foram extraídas do sistema ERP e transformadas em planilha.

Esse método foi separado pelos componentes que foram considerados como chave e que estão no ponto crítico do processo, ou seja, aqueles que poderão afetar diretamente a qualidade do produto. A prática da determinação do tempo médio entre falhas deve seguir alguns passos.

Primeiramente, foi necessário obter o relatório do histórico de manutenção daquele componente com a falha que deve ser eliminada através das preventivas. Por meio desse relatório, foram colocados os resultados em planilha, para descobrir o intervalo entre falhas, em dias. Esses dias foram transformados em meses, utilizando como base um mês com 30 dias.

A partir desse ponto, foi necessário realizar o levantamento de horas trabalhadas pelos reatores 04 e 06, com o intuito de estabelecer as horas trabalhadas em média por mês. O resultado dessa média serviu de base para os intervalos entre manutenções, para que fosse possível chegar a um número de horas trabalhadas mais próximo do ideal para cada manutenção preventiva para esses componentes.

Foi aplicado o desvio padrão, para que fosse possível determinar uma tolerância de horas para manutenção, já que a parada imediata do equipamento nem sempre é possível. Admite-se, internamente, na empresa, uma tolerância de uma semana, para mais ou menos, no atraso ou adiantamento da manutenção, ou seja, 120 horas trabalhadas.

3.2.1 Válvulas guilhotinas

Para as válvulas guilhotinas, utilizou-se o tempo médio entre falhas para aplicar o intervalo necessário para os reparos preventivos, com o intuito de reduzir as falhas para praticamente zero. Após a retirada de um relatório do sistema, foi possível visualizar o tempo em dias entre as falhas.

Após isso, foi feita a média aritmética simples desses dias entre falhas, para encontrar o número de dias médio das falhas e, posteriormente, transformar esse número de dias em meses, para que fosse possível aplicar o número de horas trabalhadas por mês.

Para encontrar o histórico de manutenções no sistema das válvulas guilhotinas, é necessário parametrizar corretamente, para se obter resultados confiáveis. Primeiramente, são definidas as TAG's desses componentes, que são: SV-10 para a válvula do Reator 4 e SV-08 para a válvula do reator 6.

O segundo parâmetro é o tipo da manutenção, nela será especificada o tipo da manutenção com TAG "corret01", que corresponde à manutenção corretiva emergencial e a especificação da causa da manutenção, que tem a TAG de "PASSAGEM1", que é referente à deposição de sólidos na vedação da válvula guilhotina, permitindo a passagem de sólidos por ela.

O terceiro parâmetro é o período das manutenções e, para essa, utilizou-se a série histórica de dois anos, ou seja, de janeiro de 2014 e o corte no fim do mês de outubro de 2015.

Aplicando a média aritmética nas horas trabalhadas entre falhas, encontrou-se um valor de 1.889 horas entre cada manutenção. Esse valor representa o número de horas trabalhadas entre cada manutenção, ou seja, a cada 1.889 horas deve ser feita a revisão da válvula. Portanto, isto significa que a manutenção pode ser feita no intervalo de 120 horas, isto é, entre 1.769 até 2009 horas trabalhadas.

Utilizando a média aritmética nos números encontrados, o resultado obtido foi de 1.803 horas trabalhadas entre cada falha. Esse é o novo número de horas utilizado como base para avaliações preventivas na válvula. A variação utilizada para essas manutenções é de 120 horas. Portanto, o intervalo para cada avaliação preventiva deve ocorrer a cada 1.683, até no máximo 1.923 horas trabalhadas. Aplicando o desvio padrão encontrou-se um desvio de 229 horas entre as ordens utilizadas nesse cálculo. Ou seja, as verificações prévias devem ocorrer a partir de 1.574

horas trabalhadas.

3.2.2 Unidade hidráulica e castelo de agitação

Esses dois componentes trabalham em consonância, ou seja, são um sistema que só funciona quando os dois componentes estão em perfeito estado. Partindo desse princípio e visando tentar otimizar a manutenção preventiva, analisou-se esse caso com manutenções feitas nos dois equipamentos.

O objetivo de trabalhar com as manutenções dos dois equipamentos é elaborar um plano de manutenção preventiva que englobe os dois, trazendo mais efetividade na manutenção e diminuindo o tempo da máquina parada com essas avaliações preventivas, de modo que só será parada uma vez para análise dos dois componentes. Logo, a base de cálculo foi feita a partir de uma média entre as falhas das unidades hidráulicas e dos castelos de agitação.

As manutenções para esses componentes eram praticamente programadas pois as manutenções eram acionadas a partir do momento que algum deles já não desempenhava de forma satisfatória. Logo após essa detecção era acionada uma manutenção corretiva programada.

As manutenções ocorrem uma vez por ano, não exatamente um ano entre as falhas, mas em períodos longos o suficiente para a virada de ano. Devido ao grande intervalo que esses reparos têm, utilizou-se uma série histórica, como parâmetro, que tem início em 2013 até 2015, incluindo as manutenções que já estão programadas para serem feitas, mas ainda não ocorreram por serem datas superiores ao dia desse trabalho. Outro parâmetro utilizado foi o de manutenção corretiva programada, que no sistema tem a TAG “cor pg01”. Iniciou-se a análise das unidades hidráulicas, e a TAG para a unidade hidráulicas do Reator 4 é a “UH-9002”. Com esses parâmetros foi possível obter o histórico de manutenção que foi colocado em planilha para conferência dos dados.

A média de horas trabalhadas entre as manutenções foi de 5.406 horas. Para que se possa encontrar um plano de manutenção preventivo para a unidade hidráulica e o castelo de agitação, foi necessário descobrir o tempo médio entre falhas do castelo.

Com o histórico de falhas, é possível perceber que os dois componentes têm intervalos entre manutenções semelhantes, o que possibilita o plano de manutenção preventivo em conjunto. Tal ação dará mais disponibilidade ao equipamento e mais confiabilidade pois são componentes que trabalham integrados.

Com os números obtidos do histórico e aplicando a média para eles, alcançou-se o resultado de 4.943 horas entre as manutenções. Portanto, relacionando os números de horas da unidade hidráulica e do castelo de agitação, a média em horas trabalhadas entre cada manutenção deve ser de 5.174 horas. Obedecendo a tolerância de 120 horas para a manutenção, a análise preventiva deve ocorrer entre 5.054 até 5.294 horas.

Aplicou-se o desvio padrão para os 6 períodos (3 de cada componente) e o resultado obtido foi de 433 horas. A partir de 4.741 horas trabalhadas, faz-se necessário ter uma atenção maior ao desempenho dos componentes. Repetiu-se esse procedimento para os componentes do reator 6, os parâmetros e períodos usados para os componentes do Reator 4 devem ser obedecidos para o Reator 6. Tem-se apenas a mudança da TAG.

Um equipamento que passa por uma boa manutenção deve suportar o período de uma manutenção por ano. A média de horas trabalhadas entre as manutenções programadas é de 5.442 horas. Esse número serviu para a média de horas entre as manutenções da unidade hidráulica com as do castelo de agitação.

Para o castelo de agitação, a média em horas trabalhadas entre manutenções é de 4.995 horas.

De posse desses resultados, encontrou-se a média ideal de horas trabalhadas entre as manutenções da unidade hidráulica e do castelo de agitação, que devem ser feitas juntas. A média em horas é de 5.219 horas. Respeitando o intervalo de 120 horas para a execução, tem-se que a manutenção deve ser executada com pelo menos 5.099 horas trabalhadas e no máximo com 5.339 horas. Aplicando o desvio padrão nesses valores, o resultado obtido foi de 471 horas trabalhadas. Ou seja, o monitoramento mais aproximado do funcionamento desses equipamentos deverá ser iniciado com 4.748 horas.

3.3 Plano de manutenção preventiva

Os resultados finais sobre o plano são demonstrados, bem como o início da verificação de desempenho, como uma forma de melhorar a confiabilidade do equipamento. O acompanhamento do desempenho deverá ser feito pelos operadores do equipamento e serão acompanhados durante o funcionamento.

A manutenção preventiva será feita pela equipe de manutenção e através do sistema de software ERP, quando se aproximar das horas da manutenção, disparará para o PCM a necessidade de programar a parada do equipamento que será confirmada com o PCP.

As manutenções da unidade hidráulica e castelo de agitação deverão ser unificadas na próxima parada programada para avaliação de qualquer um dos componentes, visando aumentar a disponibilidade do equipamento com a diminuição de paradas programadas para manutenção.

Esse plano engloba os três componentes considerados críticos, também serão utilizadas as paradas para manutenção preventiva do castelo de agitação e da unidade hidráulica para limpeza externa do reator, já que a limpeza interna é feita toda vez depois de um lote produzido. Na Tabela 1, pode-se visualizar esses resultados compilados e relacionados com cada componente.

Equipamento-Pai	TAG	Acompanhamento de desempenho (horas)	Manutenção preventiva (mais cedo em horas)	Manutenção preventiva (mais tarde em horas)
Reator 4	SV-10	1490	1769	2009
Reator 4	UH-9002	4741	5054	5294
Reator 4	C.A.-04	4741	5054	5294

Fonte: O autor

Tabela 1 – Plano de manutenção preventiva do reator 4

Seguindo as mesmas considerações tem-se a Tabela 2 que demonstra os resultados obtidos através do histórico.

Equipamento-Pai	TAG	Acompanhamento de desempenho (horas)	Manutenção preventiva (mais cedo em horas)	Manutenção preventiva (mais tarde em horas)
Reator 6	SV-08	1574	1683	1923
Reator 6	UH-9003	4748	5099	5339
Reator 6	C.A.-06	4748	5099	5339

Fonte: O autor

Tabela 2 – Plano de manutenção preventiva do reator 6

Conclui-se, assim, o plano de manutenção, que já pode ser colocado em prática.

4. Conclusão

Os esforços desse estudo vão de encontro a um ideal de ter um equipamento com maior confiabilidade e com maior disponibilidade. Com o plano de manutenção preventiva elaborado, pode-se atingir esse objetivo, pois o resultado desse plano pode trazer um menor tempo gasto com manutenções preventivas com componentes que não necessitam, e providencia horas ideais para que seja necessária a avaliação preventiva, chegando bem próximo da eficiência de uma manutenção preditiva.

Dentro dos aspectos operacionais, foi possível observar diversos esforços que eram despendidos para conter preventivamente as falhas de equipamentos que não possuem importância primordial, ou que podem ser substituídos rapidamente, enquanto os componentes de estudo que eram tratados apenas com manutenções corretivas e, que se falhassem poderiam causar não-conformidade no produto final.

Dos resultados, o plano de manutenção preventiva do Reator 4 ficou com avaliações da válvula guilhotina a cada 1.889 horas o que significa que será uma revisão a cada 78 dias de trabalho. A unidade hidráulica e castelo de agitação a cada 215 dias trabalhados e também servirá para limpeza do reator. Já para o Reator 6 foi de 1.803 horas para a válvula guilhotina, o que significa dizer que, a cada 75 dias trabalhados deve ser feita a avaliação, e para a unidade hidráulica e castelo de agitação foi de 5.219 horas ou 217 dias trabalhados. É importante utilizar a manutenção como uma ferramenta importante de gestão de qualidade, pois tem importante papel na otimização dos processos industriais.

Referências

- FOGLIATTO, F.S.** *Confiabilidade e manutenção industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 265 p.
- MISHAWAKA, V.; OLMEDO, N. L.** *Manutenção - combate aos custos da não-eficácia: a vez do Brasil*. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.p.373.
- MOUBRAY, J.** *Introdução à manutenção centrada na confiabilidade*. Aladon, 1996, 426 p.
- TAKAHASHI, Y.** *TPM / MPT: manutenção produtiva total*. 2ª edição. Instituto IMAN, São Paulo. 2000. 322 p.
- VAN MAANEN, J.** *Qualitative methodology*. Londres: Sage. 1983, 272 p.
- VIANA, H.R.G.** *PCM: planejamento e controle da manutenção*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.