

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e a revisão de planos de manutenção no sistema de bombeamento de GLP do Terminal Aquaviário da Transpetro em Coari – AM

Ivair Rafael Santos
Petrobras Transpetro S/A - Transpetro

Willian Thorlay
SQL Systems

1. INTRODUÇÃO

O Terminal Aquaviário da Transpetro em Coari – AM (Fig. I) é peça fundamental no escoamento de petróleo e gás produzido pela Petrobras na região de Urucu. Recebe o petróleo e o GLP da Petrobras UNBSOL, pelo oleoduto Rio Solimões, armazena e entrega a navios para o abastecimento de petróleo da refinaria de Manaus (Reman) e suprimento do mercado de GLP do Pará, Rondônia, Maranhão e parte do Ceará e de Pernambuco.

O sistema de GLP de Coari foi selecionado para este projeto, por se tratar de um sistema crítico do ponto de vista operacional e sua falha na entrega/abastecimento de navios implica diretamente na falta desse produto para o cliente final.

O sistema de GLP também é crítico do ponto de vista da segurança de pessoas e patrimonial, pois o GLP, devido suas características, não se expande para as partes mais altas da atmosfera. Deste modo, em caso de vazamentos, ele fica em suspensão no local em forma de névoa, estabelecendo uma condição propícia à explosão em caso de faúlhas.

As falhas deste sistema também envolvem altos custos por gerarem sobrestadia para o navio atracado ou programado. Normalmente este tempo é relacionado com:

- Redução de vazão de carga, por limitação de equipamento;
- Aumento no tempo das conexões e desconexões;
- Aumento dos custos de manutenção para reparos (horas extras).

Somado tudo a isso, ainda temos o Sistema de GLP como o sistema, no Terminal de Coari, com o maior número de ativos entre todos os sistemas existentes.

Apesar de tudo que foi exposto acima, os planos de manutenção da linha de GLP, assim como em todos os demais sistemas do terminal, apresentavam-se fundamentados num modelo de manutenção não atual, muito deles com planos de manutenção ainda sem alteração desde o start-up da Planta. Denotando um planejamento rígido devido o desconhecimento por parte da equipe de novos métodos de manutenção, o que tornava a prática predominante de “quebra-repara” muito consolidado no Terminal. Daí a necessidade identificada de implementar um método onde o contexto operacional é priorizado, e cuja frequência de intervenções iniciais possam ser, e devem ser, reavaliadas oportunamente.



Figura I – Terminal Aquaviário da Transpetro em Coari - AM

2. METODOLOGIA

Etapa 1 – Organização e Treinamento

Qualquer organização que decide aplicar MCC em qualquer ativo, precisa estabelecer uma organização que incorpore os seguintes elementos:

- I. Pessoa ou grupo de pessoas que sejam responsáveis por assegurar que os ativos selecionados são analisados como foi planejado;
- II. Pessoas ou grupo de pessoas que vão liderar a aplicação do processo;
- III. Pessoa que será responsável em providenciar informações e assistir nas tomadas de decisão (operadores, mantenedores, representantes do projeto);
- IV. Facilidades físicas requeridas para conduzir a análise.

O processo de MCC abrange muitos conceitos que são novidades para a maioria das pessoas, portanto qualquer pessoa que deseje aplicar MCC precisa conhecer quais são esses conceitos e como eles se aglutinam.

Para a realização do projeto, inicialmente foi formada uma equipe constituída de profissionais que seria um “extrato” das funções técnicas do Terminal. Esta equipe, chamada de Grupo Gestor de MCC – GMCC, durante a carga de horária de 24horas, recebeu um curso que visou nivelar o conhecimento na metodologia do MCC, sendo-lhes apresentados conceitos, tais como: Funções Primárias e Funções Secundárias, Padrões de Desempenho, Falhas Funcionais, Falhas Ocultas, Falhas Múltiplas, Modos de Falha, Efeitos da Falha, Consequências de Falhas, entre outras; e a partir daí, a equipe pode ser confrontada com as 07 (sete) perguntas que o método pressupõe que deverá ser respondida [1] a respeito dos itens a serem estudados e que compõe nosso Sistema Objeto do projeto.

As perguntas referenciadas acima são:

- Quais são as funções e padrões de desempenho do item no seu contexto operacional atual?
- De que forma ele falha em cumprir suas funções?
- O que causa cada falha funcional?
- O que acontece quando ocorre cada falha?

- De que forma cada falha tem importância?
- O que pode ser feito para prevenir cada falha?
- O que deve ser feito, se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

Como estas perguntas não poderiam ser respondidas apenas pela equipe de manutenção [2], ao contrário, algumas delas (se não a maioria) só poderiam ser respondidas pela equipe de operação, especialmente as questões relativas a funções, desempenho desejado, efeitos de falhas e consequência de falhas, justifica-se a importância da equipe de GMCC envolver profissionais de várias naturezas de atuação, ou seja, um “extrato” do Terminal, conforme foi comentado anteriormente. (Tabela I)

Tabela I – Equipe de GMCC

FUNÇÃO NO GRUPO (GMCC)	CARGO NO TERMINAL
Representante da engenharia de manutenção	Engenheiro de terminais e dutos
Representante da operação	Engenheiro de terminais e dutos
Representante da elétrica	Técnico de manutenção elétrica
Representante da mecânica	Técnico de manutenção mecânica
Representante do planejamento de manutenção	Planejador
Representante da instrumentação	Técnico de instrumentação
Representante da automação	Técnico em Automação

Etapa 2 – Definição do Contexto Operacional

As funções, modo de falha, consequências de falha e políticas de gerenciamento de falha que serão aplicadas a qualquer ativo não vão depender somente de que ativo ele se refere, mas também das exatas circunstâncias em que ele será aplicado.

Uma declaração contextualizada de operação para ativo físico inclui tipicamente uma breve e completa descrição de como deve ser usado, total critério de desempenho que governe itens como: saída de material, quantidade de trabalho, segurança integridade do meio ambiente e assim por diante.

Baseado no exposto acima, num período que compreendeu 05 (cinco) dias, realizou-se reuniões conjuntas com operação e manutenção, representadas por aqueles que realizaram o treinamento de nivelamento, afim de, juntamente com desenhos e fluxogramas de engenharia, entre outras fontes, construir o contexto operacional do Projeto.

Nesta fase ainda inicial, as conversas não se resumiram à sala de reunião. Idas à área, na busca do entendimento da condição real do observado nos fluxogramas foram realizadas.

Etapa 3 – Definição dos Subsistemas

Uma vez que desde o início o sistema de GLP foi escolhido como objeto de estudo, nesta terceira etapa do projeto passou-se a delimitar este sistema.

Definiu-se fronteiras e interfaces (entradas e saídas) do objeto de nossa aplicação (Fig.II).

Dividir o sistema de GLP em subsistemas funcionais para melhor compreensão do seu funcionamento. O que para isso é de grande importância, também, a experiência da equipe de trabalho, não apenas fluxogramas e/ou layout da área.

O sistema de GLP foi dividido em 06 (seis) subsistemas:

- Manobras Operacionais;
- Bombeamento;
- Conexão e Abastecimento;
- Armazenamento;
- Recebimento;
- Vasos de Interface.

MCC – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE GLP – TERMINAL DE COARI

DIAGRAMA DE ENTRADAS E SAÍDAS

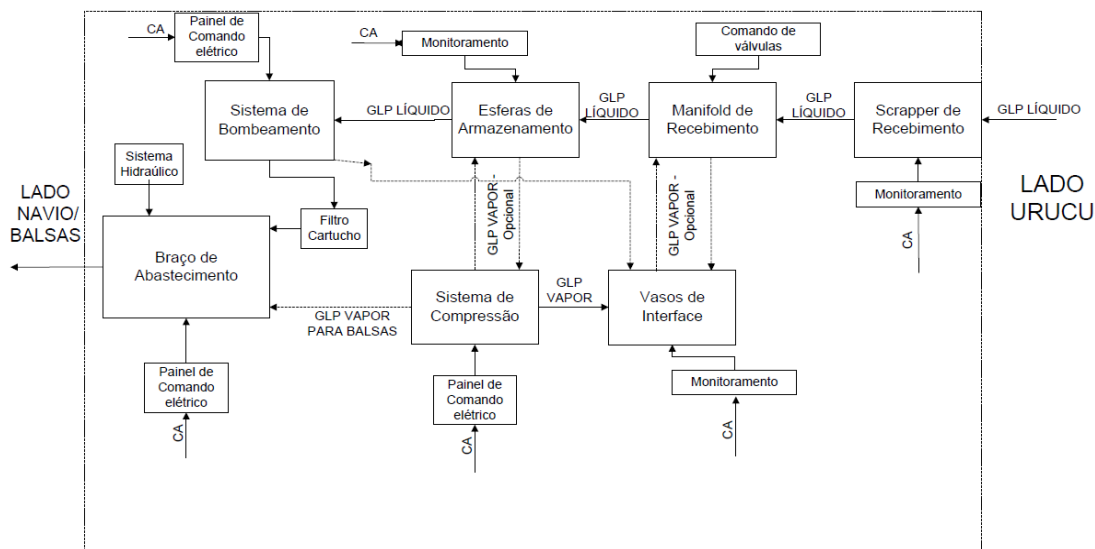


Figura II – Diagrama de Entradas e Saídas

Etapa 4 - Análise Funcional do Sistema / FMECA

Nesta fase do projeto, utilizando software RCM2WEB® (Fig.III), que permite de uma forma mais fácil e organizada tratar as informações obtidas nas reuniões e nas visitas à área, foi possível iniciar a construção da análise daquilo que estabelecemos como subsistemas do nosso sistema principal e objeto de nosso projeto: a linha de bombeamento GLP.

Esta etapa exaustiva do projeto envolveu identificar as funções desempenhadas pelos subsistemas, identificar suas falhas funcionais - que nada mais são que a negativa das funções; e os modos de falhas. No passo seguinte recorreu-se a ferramenta FMECA (do inglês Failure Mode, Effects and Criticality Analysis), que incorpora uma classificação de frequência de ocorrência de modos de falha e uma classificação da severidade das consequências, e a partir daí que pôde-se obter uma avaliação de quão crítico é determinado modo de falha e definir as tarefas candidatas que compõem os planos de manutenção, de forma lógica e estruturada.

Importante destacar que durante esta etapa, a consulta ao SAP-R3/PM seguiu paralelamente aos relatos da equipe de operação e manutenção, pois no SAP, identificou-se que eram muito poucas informações a respeito de intervenções corretivas, e até preventivas. Ou seja, o banco de dados com “históricos” é muito incipiente e precisava-se de mais respaldos para tomada de ações.

Aqui vale uma observação: Ficou evidente nesta fase do projeto que a equipe de manutenção representada no GMCC não compreendia a importância de históricos de manutenção como elementos determinantes na análises dos planos. E este desconhecimento era comprovado por inúmeras ordens no sistema, quer preventiva ou corretiva, sem qualquer registro complementar.

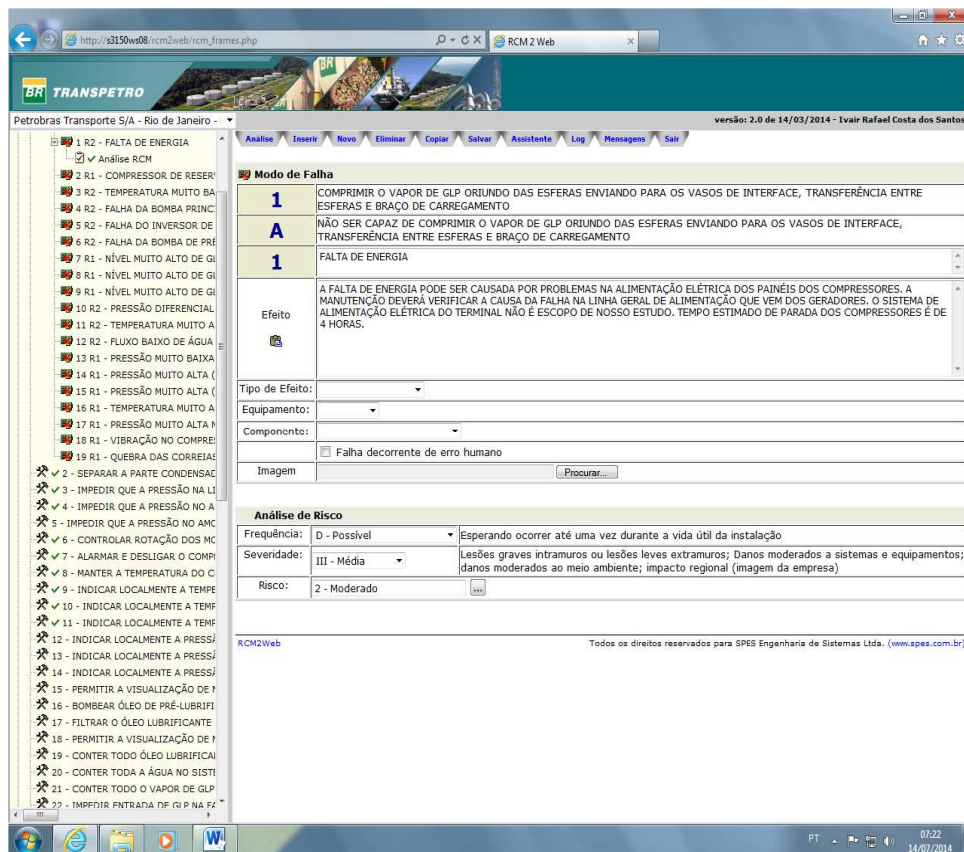


Figura III – Tela do RCM2WEB®

Etapa 5 – Diagrama de Decisão

Nesta etapa utilizou-se o diagrama de decisão (Fig. IV), a fim de definirmos as tarefas de manutenção e compormos o plano de manutenção, de forma lógica e estruturada, como foi dito anteriormente. Lembrando que todas as aproximações válidas do diagrama de decisão para MCC (RCM) supõem que se uma política de gerenciamento de falha lida satisfatoriamente com a falha que tem consequências na segurança ou no meio ambiente então, vai lidar satisfatoriamente com as consequências daquela falha (operacional ou não operacional). Na maioria dos casos, essa hipótese é válida, mas não verdadeira em todos os casos.

O resultado dessa hipótese é que os diagramas de decisão válidos são construídos de tal forma que se as consequências de uma falha na segurança ou no meio-ambiente são considerados como sendo intoleráveis, então os usuários são obrigados a encontrar uma política de gerenciamento de falha que reduza as consequências na segurança/meio ambiente a um nível tolerável, sem considerarem as consequências econômicas da falha. Essa aproximação é inerentemente conservadora, neste caso isso assegura que as consequências em segurança e no meio-ambiente de toda a falha são lidadas apropriadamente. Como resultado isso vai conduzir a um programa de manutenção sadio, concernente à segurança e ao meio-ambiente, que contém um número reduzido de políticas de gerenciamento de falhas que são mais custosos que o necessário.

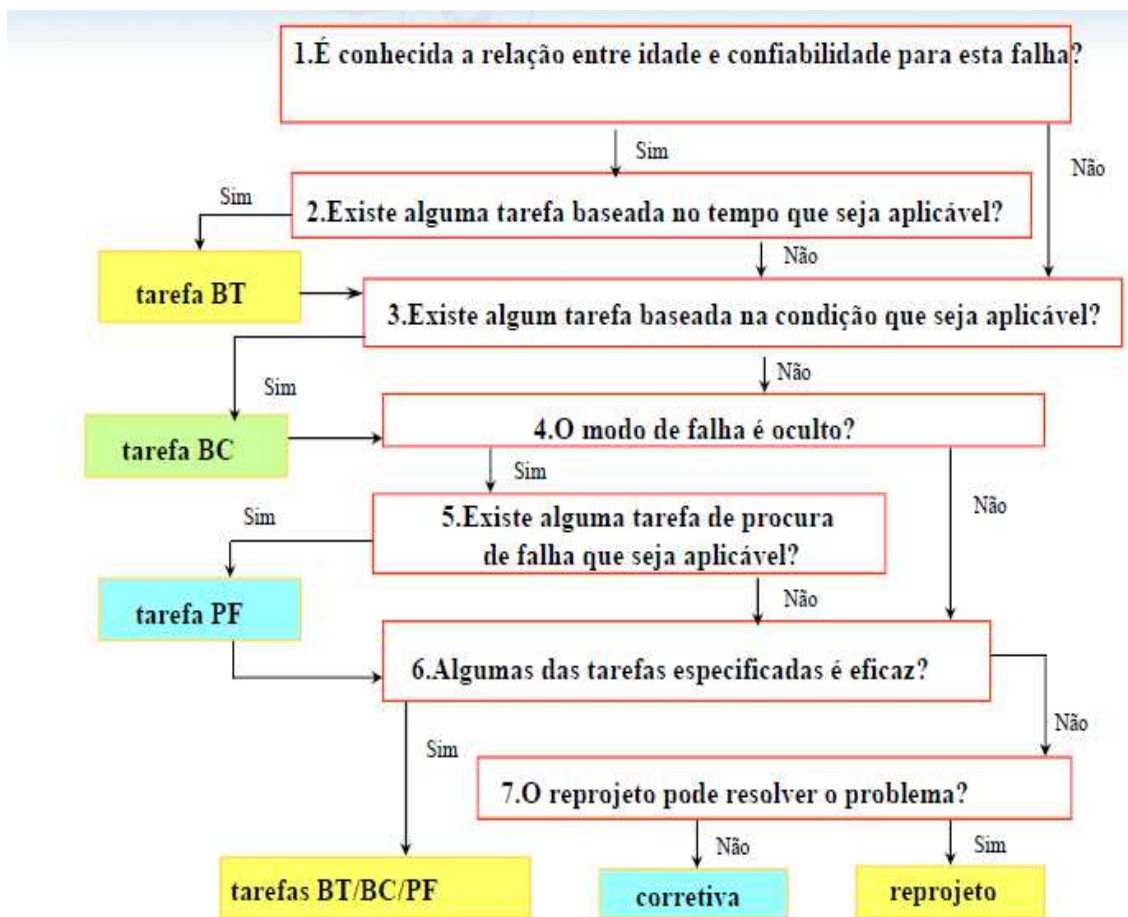


Figura IV – Diagrama de Decisão

3. ESTATÍSTICAS DOS ESTUDOS

Encerrado todas as etapas (ou fases) anteriores já descritas, foram gerados os relatórios, via RCM2WEB[®], de tarefas a executar e como estão distribuídas estas tarefas para cada Subsistema analisado, onde foi possível identificar quais ações efetivas nos planos de manutenção deveriam (devem) ser adotadas a fim de conquistar melhores condições de operação e manutenção do Sistema em médio prazo.(Tabelas II e III)

Vale reforçar que:

3.1. Tipos de Tarefas

Tarefas em Condições ideais (ou BC): são denominadas assim porque os itens inspecionados são colocados em operação em condições tais que permitam que ele continue a satisfazer padrões de desempenho específico- em outras palavras, na condição de que o modo de falha, ora considerado, não venha a ocorrer antes da próxima checagem. Isso é também conhecido com manutenção previsível (porque estamos antecipando se – e possivelmente quando - o item irá falhar, baseado no comportamento ora apresentado) ou na manutenção baseada em condição (porque a necessidade de correção ou consequência em que a ação é evitada é baseada em julgamento da condição em que o item se encontra).

Tarefas para Localização de Falha: qualquer tarefa desenhada para se descobrir falhas deve satisfazer os seguintes critérios adicionais:

a) A base na qual o intervalo de falhas é selecionado deve levar em consideração a necessidade de reduzir a probabilidade de falha múltipla do sistema de proteção associada, a um nível que seja tolerável ao proprietário ou usuário do ativo;

b) a tarefa deve certificar que todos os componentes cobertos pela descrição do modo de falha são funcionais;

c) Tarefas para descobrir falhas e processos de seleção de intervalo associado deveriam levar em consideração qualquer probabilidade de que a própria tarefa pode deixar a função oculta em estado de falha;

d) deverá ser fisicamente possível realizar tarefa em intervalos específicos.

Falha múltipla ocorre se a função protegida falha, enquanto a proteção está em estado de falha.

A falha múltipla pode ser reduzida, reduzindo-se a indisponibilidade da proteção, em outras palavras, aumentando-se a disponibilidade.

A melhor maneira de se fazer isso é evitar que a função que protege entre em estado de falha, aplicando-se algum tipo de manutenção pró-ativa. Entretanto, poucas tarefas satisfazem os critérios de viabilidade técnica, quando aplicados em falhas ocultas. Todavia, embora a manutenção pró-ativa seja com frequência não apropriada, é ainda essencial que se faça alguma coisa pra reduzir a probabilidade de falha múltipla ao nível requerido. Isso pode ser feito checando-se periodicamente se a falha oculta ocorreu. Tais checagens são conhecidas como tarefa para se descobrir falhas.

Combinação de Tarefas: se um modo de falha ou falha múltipla pode afetar a segurança ou meio-ambiente, e não se encontrou nenhuma tarefa programada, que por si só reduza o risco de falha a um baixo nível tolerável, é algumas vezes possível que uma combinação de tarefas (geralmente advindas de duas categorias de tarefas diferentes, tais como uma tarefa em condição ideais e uma tarefa de descarte programada) pode reduzir o risco de modo de falha ao nível tolerado.

Nenhuma Manutenção Programada: No caso de algumas falhas que são evidentes e que não afetam segurança ou o meio ambiente, ou que são ocultas e que a falha múltipla não afeta a segurança, ou o meio ambiente, o maior custo-benefício da política de gerenciamento de falha, pode simplesmente ser para permitir que falhas ocorram e assim dar os passos apropriados para consertá-las.

Em outras palavras, só será válido se:

Uma tarefa programada adequada não pode ser encontrada para uma falha oculta e a falha múltipla associada não tem consequências na segurança ou no meio-ambiente;

Um custo-benefício em tarefas proativas não pode se encontrado para falhas com consequências operacionais e não operacionais.

Tarefas de Descarte: O descarte programado significa descartar um item ou componente na ocasião, ou antes, de um limite de idade específico, independente de sua condição. Isso é feito com a compressão de que troca de um componente velho por um novo vai restaurar resistência original contra a falha.

Tarefas de Recuperação: Esta tarefa envolve tomar ação periódica para recuperar a capacidade de um item na ocasião, ou antes, de um intervalo específico, (limite de idade) independente de suas condições, a um nível que supre uma probabilidade tolerável de sobrevivência, até o término de outro intervalo específico (que precisa não ser o mesmo que o intervalo original). Essa ação geralmente envolve uma re-manufatura de um único componente ou inspeção de todo o aparelhamento.

Tarefas de Reprojeto: Uma tarefa destinada a prevenir a falha que tem consequências sobre a segurança ou meio-ambiente só vale a pena ser realizado, se ela reduz o risco da falha a um nível realmente muito baixo, caso não possa eliminá-la. Se não for encontrada uma tarefa que reduza o risco de falha a um nível aceitavelmente baixo, o item tem que ser reprojetoado ou o processo tem que ser alterado obrigatoriamente.

Tabela II – Quantitativo e tipo de tarefas

Tipo de Tarefa		Qtd	%
Tarefas Corretivas	Nenhuma Manutenção Programada	118	44
Tarefas Detectivas	Localização de Falha	36	13
Tarefas Preventivas	Combinação de tarefas	6	2
Tarefas Preventivas	Recuperação	19	7
Tarefas Preditivas	Sob Condição	83	31
Tarefas Preventivas	Descarte	8	3
Reprojeto Obrigatório	Reprojetos	1	0
Total		271	100

Tabela III – Tarefas por sub-sistemas

	NENHUMA MANUTENÇÃO PROGRAMADA	LOCALIZAÇÃO DE FALHAS	COMBINAÇÃO DE TAREFAS	RECUPERAÇÃO	DESCARTE	SOB CONDIÇÃO	REPROJETOS	TOTAL
MANOBRAS OPERACIONAIS	43	13	0	6	1	21	0	84
SISTEMA DE BOMBEAMENTO	23	6	1	1	1	11	0	43
CONEXÃO E ABASTECIMENTO	28	9	3	7	6	36	1	90
SISTEMA DE ARMAZENAMENTOS	7	5	1	4	0	4	0	21
SISTEMA DE RECEBIMENTO	8	0	0	0	0	8	0	16
VASOS DE INTERFACE	10	3	1	1	0	2	0	17
	119	36	6	19	8	82	1	271

3.2. Plano Atual x Plano MCC

Finalmente, foi apresentada a Tabela IV, onde vemos a consolidação de quantitativos dos planos, a partir da Metodologia MCC, comparada com o quantitativo de planos atuais; onde é possível verificar a redução de quantidades de OM (Ordens de Manutenção) e a redução em HH (homem / hora) para o novo plano de manutenção do sistema de bombeamento de GLP do Terminal Aquaviário da Transpetro em Coari –AM, quando a fase de alterações dos planos estiver concluída.

Tabela IV – Plano Atual x Plano MCC (OM's - Ordem de Manutenção)

DESCRIÇÃO DAS TAREFAS	PLANO ATUAL		PLANO MCC	
	QTDE	HH (1 ANO)	QTDE	HH (1 ANO)
PREDITIVA	4	16	81	346,11
PREVENTIVA	667	1579	17	22,25
COMBINAÇÃO DE TAREFAS	140	280	6	19,5
BUSCA DE FALHAS (TESTE FUNCIONAL)	77	482	35	79,82
Total Geral	888	2357	139	467,68
REDUÇÃO			84,3%	80%

4. CONCLUSÃO

A atualização dos Planos de Manutenção segundo a metodologia da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) para os componentes do Sistema de Bombeio de GLP no Terminal Aquaviário da Transpetro em Coari-AM continua em andamento, mas independentemente disso os ganhos advindos do método já são notados pelos seguintes aspectos:

- Redução no número de Ordens de Manutenção Sistemáticas da linha de GLP;
- Redução no número de HH's empregados na manutenção da linha de GLP.

Outros :

- Comprometimento e motivação para o trabalho, pois a escolha da Manutenção Centrada em Confiabilidade desenvolveu competências técnicas e promoveu a melhora da qualificação profissional;
- A oportunidade de estar em contato com uma nova ferramenta propiciou mudanças na percepção do profissional em relação às suas atividades e nos resultados obtidos;
- Durante as reuniões o conhecimento em relação ao sistema de bombeamento de GLP se aprofundou em virtude do conhecimento compartilhado, o questionamento das técnicas e os procedimentos adotados;
- A documentação gerada com a aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade configurou-se como recurso importante, ao possibilitar o treinamento profissional, pois apoia a formação de novos profissionais haja vista a alta à rotatividade de pessoal.

É senso comum que o comportamento das pessoas no trabalho pode atuar como mecanismo de resistência ativa a qualquer nova iniciativa de implementação de mudanças, porém a Manutenção Centrada em Confiabilidade diminuiu essas resistências uma vez que diretamente envolveu os representantes das áreas afins na definição das ações.

5. REFERÊNCIAS

- [1] MOUBRAY, J. *RCM II _ Manutenção Centrada em Confiabilidade*. Traduzido por Kleber Siqueira. SPES, SP, BRASIL (2000).
- [2] MORTELARI, DENIS, PIZZATI, NEI; SIQUEIRA, KLEBER. *O RCM na Quarta geração da Manutenção: A Moderna Gestão de Ativos*. RG editores, SP, BR (2014).