

# **TORNANDO A CONTROLADORIA E O ACCOUNTABILITY UMA FERRAMENTA PARA A OTIMIZAÇÃO DA EFICÁCIA DOS PROCESSOS DE MANUTENÇÃO PREDITIVA EM USINAS SUCROALCOOLEIRA**

**Jorge de Souza Pinto**

**HERCÍLIA MARIA CONCEIÇÃO NETA**

**FRANCINE CARVALHO DE ARAUJO**

## **Resumo:**

*A atual conjuntura econômica do país exige das empresas industriais um maior controle dos processos produtivos. Após a realização do planejamento existe a necessidade de minimizar os impactos que possam acarretar desvios no que foi definido inicialmente. O processo produtivo é penalizado quando o seu funcionamento não atinge seus objetivos, principalmente quando a causa é decorrente de paradas não programadas para manutenção corretiva que causam perdas significativas de produtividade e de resultados. Neste processo a intervenção pró-ativa do departamento de manutenção faz-se necessária para regularização e correção das ações planejadas. A controladoria atua neste contexto de forma pró-ativa, como fomentadora de um sistema de informação que assessora a tomada de decisão dos gestores avaliando os resultados econômicos dos programas de manutenção e indicando a realização da manutenção mais adequada, para minimizar perdas decorrentes de paradas no processo produtivo, além de possibilitar reparos sem paradas dispendiosas. Destarte ser evidente em todo processo produtivo haver uma dinâmica em relação ao monitoramento dos desgastes dos equipamentos, este artigo objetiva demonstrar como os conceitos derivados do Sistema de Gestão Econômica (GECON) auxiliam pró-ativamente em fornecer subsídios ao gestor de manutenção industrial nas usinas sucroalcooleiras, no tocante à escolha quanto ao tipo de manutenção a ser utilizada em seu processo produtivo e qual tornar-se-á mais eficaz aos resultados dos processos, ou seja, prover a conciliação entre a realidade física e operacional dos processos na indústria e a otimização dos resultados econômicos decorrentes da utilização do seu patrimônio.*

**Área temática:** *Controladoria*

## **Tornando a controladoria e o accountability uma ferramenta para a otimização da eficácia dos processos de manutenção preditiva em usinas sucroalcooleira**

### **Resumo**

A atual conjuntura econômica do país exige das empresas industriais um maior controle dos processos produtivos. Após a realização do planejamento existe a necessidade de minimizar os impactos que possam acarretar desvios no que foi definido inicialmente. O processo produtivo é penalizado quando o seu funcionamento não atinge seus objetivos, principalmente quando a causa é decorrente de paradas não programadas para manutenção corretiva que causam perdas significativas de produtividade e de resultados. Neste processo a intervenção pró-ativa do departamento de manutenção faz-se necessária para regularização e correção das ações planejadas. A controladoria atua neste contexto de forma pró-ativa, como fomentadora de um sistema de informação que assessora a tomada de decisão dos gestores avaliando os resultados econômicos dos programas de manutenção e indicando a realização da manutenção mais adequada, para minimizar perdas decorrentes de paradas no processo produtivo, além de possibilitar reparos sem paradas dispendiosas. Destarte ser evidente em todo processo produtivo haver uma dinâmica em relação ao monitoramento dos desgastes dos equipamentos, este artigo objetiva demonstrar como os conceitos derivados do Sistema de Gestão Econômica (GECON) auxiliam pró-ativamente em fornecer subsídios ao gestor de manutenção industrial nas usinas sucroalcooleiras, no tocante à escolha quanto ao tipo de manutenção a ser utilizada em seu processo produtivo e qual tornar-se-á mais eficaz aos resultados dos processos, ou seja, prover a conciliação entre a realidade física e operacional dos processos na indústria e a otimização dos resultados econômicos decorrentes da utilização do seu patrimônio.

Palavras Chave: Controladoria; Accountability; Sistema de Informação, Manutenção Preditiva; Tomada de decisão.

Área Temática: 15. Controladoria.

### **1. Introdução**

O ambiente industrial se modifica a cada dia, torna-se mais competitivo e várias são os fatores que o influenciam, tais como: concorrência, qualidade dos produtos, mercados, legislações, dentre outros, e para atender a estas mudanças e manter a continuidade, as empresas devem realizar adequações, que incluem alterar cenários internos, melhorar processos e aumentar a eficácia de seus resultados, neste contexto a tomada de decisão adequada é fundamental para garantir resultados eficazes. No processo da gestão industrial há necessidade de informações sobre os mais variados itens que são de extrema relevância na tomada de decisão, sendo vital o conhecimento não apenas dos custos, mas também dos resultados das várias etapas dos processos de produção.

Avaliar os resultados dos processos e itens produzidos requer controle efetivo dos sistemas de informações como: ter conhecimento das margens de contribuição gerada por cada item produzido, com a análise entre o que foi orçado e o realizado podendo-se, inclusive, observar os desvios incorridos e conseqüentemente direcionar informações aos gestores para perpetrarem as ações corretivas.

A controladoria como gestora do sistema de informação, atua no sentido de fornecer dados específicos das várias atividades e/ou departamentos da empresa provendo informações de cunho estratégico aos Administradores em sua tomada de decisão.

## **2. Os aspectos pró-ativos da controladoria na gestão do processo de manutenção em plantas industriais.**

Neste trabalho pretende-se discutir como a Controladoria atuando junto ao sistema de informação do departamento de manutenção, pode contribuir de forma pró-ativa na otimização dos resultados desta área, através da mensuração econômica de resultados a partir do monitoramento dos dados e controles de vida útil e durabilidade dos equipamentos que integram a planta industrial, emanados da área produtiva.

Tais informações são necessárias para o planejamento das manutenções programadas no processo produtivo em toda planta industrial, em que se ressalte haver em alguns casos problemas a serem solucionados relativos aos resultados das operações, ou seja, onde, como e quando a paralisação do processo produtivo pode ocorrer em períodos mais oportunos, causando menor impacto aos resultados da empresa.

Deve-se atentar que a falha em equipamentos de determinada atividade produtiva, gera significativos obstáculos às atividades, acarretando, via de regra, a necessidade de parada da produção e a ocorrência da manutenção com a substituição de peças ou do próprio equipamento e, conseqüentemente, acarretam conseqüências econômicas a todo o sistema da empresa.

Prospectando atingir níveis eficazes do sistema de informações necessários a avaliação da atuação da manutenção nas usinas sucroalcooleiras a Controladoria desenvolve seu sistema de informações a partir de um adequado processo de monitoramento industrial pré-existente e a parametrização de seus padrões operacionais de manutenção a fim de dimensionar as variáveis que configurarão seus resultados.

Discutindo-se a atuação da Controladoria no planejamento para a realização da manutenção, se busca prover uma interação dos aspectos físico-operacionais da empresa e os resultados econômicos de suas atividades, em especial os da manutenção, ou seja, levar ao gestor informações sobre o resultado econômico e operacional da realização de uma intervenção de manutenção – seja da forma preditiva ou corretiva, pois caso isso ocorra sem o devido cotejamento do plano com os resultados, pode acarretar além das contingências normais perdas econômicas suplementares relevantes em várias fases do processo de produção sucroalcooleiro.

Neste panorama deve-se enfatizar que a Controladoria proporciona o Accountability interno da empresa, pois possui sua relevância firmada quando administra as informações relacionadas aos equipamentos que sofrerão intervenção de manutenção, servindo de base para os vários gestores não apenas desta área, mas também de outras decidirem quais os impactos oriundos da exigência das manutenções em suas operações e resultados. Outro ponto fundamental é evitar sobreposições de iniciativas de manutenção, inclusive avaliando os resultados pró-ativos dos processos planejados e dando a contribuição necessária aos gestores para a tomada de decisões eficazes.

A utilização do sistema de Informação da Controladoria que neste estudo busca avaliar os resultados econômicos das decisões de manutenção, independentemente do modelo de manutenção adotado, porém estaremos direcionando a avaliação para a comparação entre a manutenção preditiva e a corretiva.

### **3. Entendendo os aspectos de gestão em uma indústria sucroalcooleira**

O vulto atribuído a todas as organizações empresariais no mundo que tenham atividades relacionadas com o petróleo ou fontes de energia combustível tomou maiores dimensões, principalmente relacionado aquelas organizações que atuam na produção de fontes de energia alternativa a ele, em especial as usinas sucroalcooleiras. Tal importância atribuída ao petróleo e a fontes alternativas de combustível, fez com que vários países saíssem na busca de um combustível alternativo. No Brasil uma das opções encontradas foi o álcool, produto que teve profundo desenvolvimento em meados de 1987 com forte apoio do governo na sua popularização através do programa proalcool, com incentivos para a produção de veículos alimentados pelo novo combustível natural.

Atualmente os incentivos abrangem principalmente as áreas ecológicas, em função de ser menos poluente ao meio ambiente, e econômicas, visto que com a massificação do produto, sua produção teve que ser aumentada para suprir as necessidades do mercado consumidor, favorecendo inúmeros benefícios para a sociedade, dentre empregos diretos e indiretos, além de melhorar os aspectos econômicos do agronegócio sucroalcooleiro.

Segundo o Site do Jornal Cana os aspectos gerais do Agronegócio Sucroalcooleiro Brasileiro demonstram em números sua pertinência para a atividade no Brasil e no mundo, pois movimentam R\$ 40 bilhões por ano no Brasil, representando 2,35% do PIB, gerando 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos, envolve aproximadamente 72000 agricultores. As cifras de sua produção também são materiais, ou seja, moendo 380 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano dos quais, são produzidos 24 milhões de toneladas de açúcar e 14 bilhões de litros de álcool.

Da produção de açúcar 14,3 milhões de toneladas são exportadas, e de álcool são 2,5 bilhões de litros exportados. Este mercado gera ainda investimentos da ordem de R\$ 4 bilhões ao ano, diretos e indiretos gerando a movimentação de vários mercados industriais de máquinas e equipamentos, e é ainda responsável pela geração e recolhimento de R\$ 12 bilhões ao ano em impostos e contribuições, fazendo do Brasil o maior produtor em larga escala do mundo, e também o principal país a implantar e desenvolver a produção de combustível renovável alternativo ao petróleo.

Embora todos os indicadores apontam a relevância da atividade, as indústrias sucroalcooleiras, não podem se fundamentar somente nestes dados, visto que são empresas e como tal, devem considerar todos os aspectos administrativos que as envolve.

Diante destes desafios econômicos as usinas sucroalcooleiras devem atentar estrategicamente para seus objetivos empresariais, como observa Guerreiro apud Catelli (1989:155), que " os objetivos de uma empresa podem ser diversos e uns mais importantes do que outros: uns podem ser atingidos em prazos mais curtos do que outros; além de ser possível que se refiram a atividades específicos como suprimentos, marketing e produção".

Entretanto, é importante notar que a gestão tem em seu arcabouço vários subsistemas interagindo entre si, na obtenção dos objetivos, e conforme caracterizado por Franco (1996, p. 71) "decorre, portanto, da natureza de sua atividade, que se caracteriza pela transformação da matéria-prima em produtos, com o objetivo de lucro", necessitando, portanto, para sua tomada de decisão, de um sistema de informações pró-ativo a fim de que possa adquirir resultados relevantes.

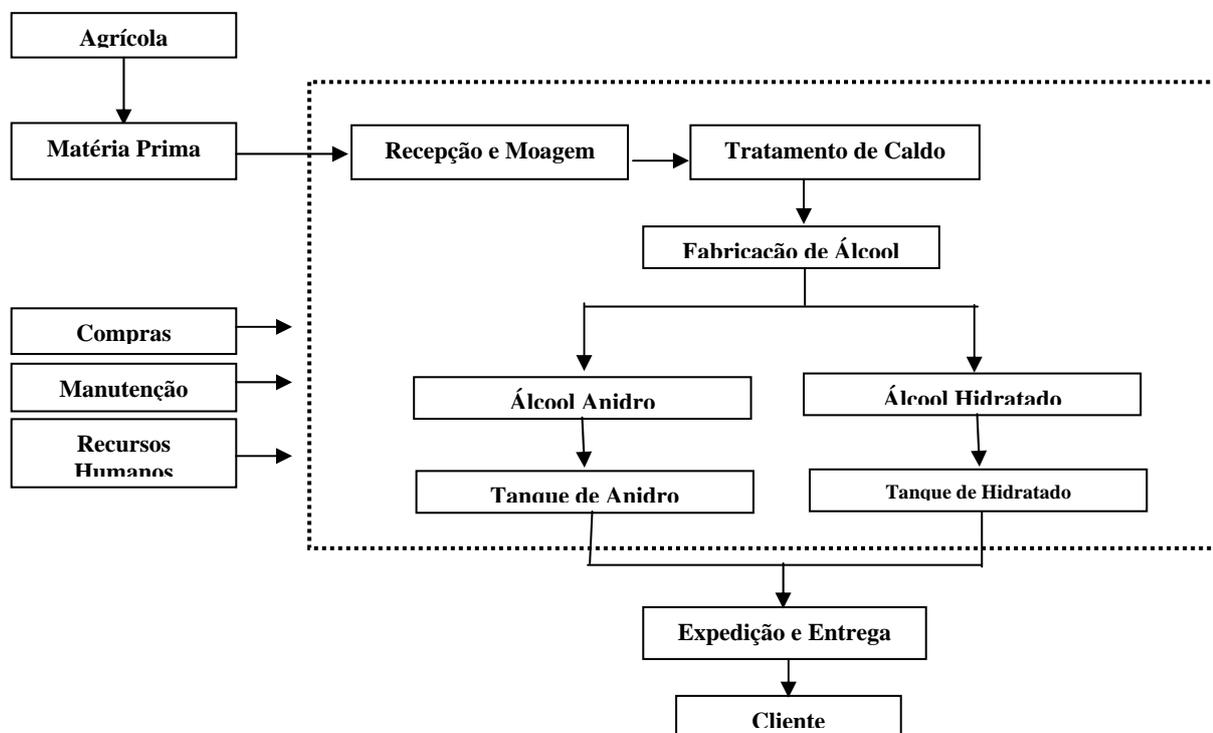
Conforme afirma Catelli (2001) os resultados econômicos da empresa determinam suas condições de continuidade, refletindo os níveis de eficácia que se referem ao cumprimento de sua missão, que

é a razão da existência da empresa, a sua finalidade. A empresa é um sistema aberto e dinâmico que interage com o meio ambiente, sofre mutação de diversos fatores como a comunidade local, fornecedores, concorrentes, clientes, governo, sindicatos, tecnológicos, econômicos, sociais, ecológicos etc., sendo este ambiente em que os gestores devem tomar suas decisões e buscar a eficácia empresarial.

Como qualquer indústria, as usinas sucroalcooleiras, necessitam ter especial cuidado com a administração de sua produção, já que sua capacidade produtiva é um fator limitante e obriga uma avaliação constante do processo produtivo, este é um fator a ser considerado, durante o planejamento e controle da produção (PCP). Segundo Slack (1999), o planejamento e controle da produção - PCP é a atividade de se decidir sobre como melhor empregar os recursos que a produção possui. Já que de acordo com Moreira (1996) o PCP leva em consideração um dos fatores mais relevantes a atividade industrial que é a capacidade produtiva da fábrica e o gargalo da produção.

Portanto, nota-se que devido às indústrias serem compostas por inúmeros componentes, mecânicos, elétricos, eletrônicos e humanos que interagem na transformação da matéria-prima em produto acabado, deve-se planejar e controlar todos os seus processos. Quando algum destes sistemas não executa suas ações como planejado, logo atua o controle que observará se as metas não estão sendo atingidas e/ou o processo precisa ser revisado para localizar os pontos conflitantes que serão corrigidos.

As usinas de álcool realizam sua capacidade de transformação de acordo com sua planta industrial, podendo atingir seu ponto máximo ou trabalhar em ritmo normal de acordo com os turnos de trabalho. Logo o planejamento da produção ditará as regras para a produtividade da indústria e esse por sua vez se inicia ainda na lavoura quando se define a área e variedades a serem plantadas e se pode estimar a produção agrícola e os prováveis rendimentos industriais.



Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.

Figura 1: Esquema teórico do processo produtivo de álcool

Depois de realizadas as estimativas de produção agrícola e industrial, é possível fazer o planejamento operacional industrial que com a extração dá início ao processo fabril, ou seja, a colheita somente ocorrerá se todos os processos na planta industrial puderem atuar na transformação da matéria-prima, o que se encerra com a conclusão do ciclo – geração de produtos acabados, como pode ser observado na Figura 1. Através deste planejamento é possível realizar controles e confirmar se ocorreu sua realização e se a extração corresponde aos percentuais de produtividade definidos, apesar da ocorrência de oscilações a serem consideradas, mesmo assim faz-se pertinente, neste momento, o processo ser avaliado.

#### **4. O uso da controladoria no sistema de gestão do processo produtivo de uma usina sucroalcooleira.**

Segundo Figueiredo & Caggiano (1997, p. 32) “levando em conta que as atividades desenvolvidas na empresa visam atingir objetivos determinados e resultados específicos, elas devem estar sintonizadas com seus objetivos maiores e não devem ser desempenhadas de forma aleatória; assim é necessário que sejam planejadas e controladas”.

Neste contexto, a controladoria tem como missão a interação e o apoio pró-ativo, a partir de seu sistema de informações entre as áreas operacionais da empresa com a implantação e controle de um sistema de informação interativo entre todos os setores que venha oferecer respostas adequadas aos gestores para tomada de decisão.

A controladoria não deve ser vista como um método que ensina como fazer uma determinada ação, mas sim, como um sistema de informação que possibilita uma visão holística do processo empresarial sucroalcooleiro e seus objetos de decisão. Enquanto ramo do conhecimento, a controladoria está apoiada na Teoria da Contabilidade e na multidisciplinariedade que estabelece bases teóricas e conceituais para montagem e manutenção de um Sistema de Informação, que venha através do fornecimento de informações adequadas respaldar os gestores nas tomadas de decisões. Como uma unidade Administrativa, está voltada para a otimização do resultado econômico, sob uma visão holística da empresa. (CATELLI, 2001).

A Controladoria deve atuar para que a gestão do processo produtivo, que pode conter várias etapas até a finalização do produto, possa obter os resultados advindos das decisões da aplicação dos recursos produtivos mensurados no todo ou em cada etapa do processo, sendo importante ressaltar a necessidade de obter informações sobre o resultado econômico de cada área de responsabilidade para que se possa concomitantemente avaliar a atuação dos gestores.

Kanitz *apud* Mossimann (1999), considera como função básica da controladoria implantar e dirigir os sistemas de: informação, motivação, coordenação, avaliação, planejamento e acompanhamento, cabendo ao Controller a coordenação do sistema de Informações que dá apoio aos sistemas de planejamento, controle e orçamentário, assessora à administração na tomada de decisões, devendo ainda atuar na produção de relatórios especiais para estudos e análises não rotineiras, de acordo com as necessidades do usuário, controle das atividades e análise dos desvios entre o orçado versus o realizado, além da avaliação de desempenho como um todo.

Nakagawa (1999) salienta que “o controller deve atuar como executivo criador e comunicador de informações na organização”, para auxiliar os executivos da empresa, relacionado à orientação quanto à utilização mais eficiente dos custos diretos e indiretos aplicados à produção. Sendo assim, pode-se dizer que a Controladoria e o Controller vêm auxiliar o gestor nas suas tomadas de decisões a fim de que o mesmo consiga atingir sua obrigação, definido por alguns autores como *accountability*.

Segundo Catelli (2001) é “a responsabilidade do gestor de prestar contas de seus atos” *Accountability*, deve iniciar-se na alta administração e estender-se para ocupantes dos demais cargos através da delegação de autoridade, sendo as informações geradas pela Controladoria aquelas que reúnem todos os critérios utilizados para avaliação das atividades dos gestores, e a forma com que suas atuações procuram atender as necessidades da empresa em suas atividades.

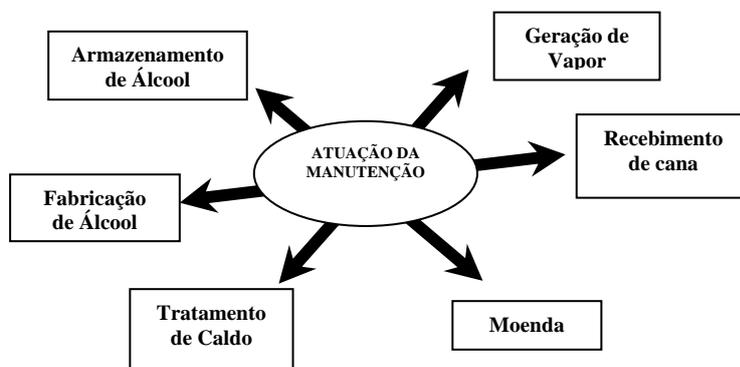
Portanto, deve-se considerar o órgão controladoria como uma unidade de negócios para as usinas sucroalcooleiras, que tem como objetivo e missão fornecer informações para a tomada de decisões, e auxiliar aos demais departamentos da empresa, contribuindo pró-ativamente para avaliação dos níveis de eficácia da empresa.

## 5. A aplicação da controladoria no processo de gestão da manutenção em usina sucroalcooleira.

A necessidade de manutenção faz-se a partir do momento que os equipamentos ou instalações passam por um processo de envelhecimento, ocasionado pela idade ou tempo de utilização. Ansoff (1997) afirma que:

o problema geral das atividades da empresa consiste em configurar e dirigir o processo de conversão de recursos de maneira a otimizar a consecução dos objetivos. Logo existe a necessidade do uso de recursos para manter inclusive o funcionamento do processo produtivo, área afim da manutenção.

A manutenção tem como papel fundamental à conservação de todos os equipamentos do processo produtivo, de forma que todos estejam em condições ótimas quando forem solicitados, e em caso de problemas com um destes equipamentos, fazer com que haja a otimização do reparo no menor tempo possível e com os menores danos aos resultados, de maneira que a eficácia dos processos industriais não seja tão afetada. Pode-se perceber assim, que dentro do fluxograma do processo de fabricação de Álcool o departamento manutenção interage com todos os outros.



Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.

Figura 2: Esquema de atuação das atividades de Manutenção no Processo Industrial Sucroalcooleiro

Portanto, o departamento de manutenção necessita buscar novas tecnologias no mercado que irão apoiar a gestão de custos que normalmente têm critérios de avaliação, e deve definir a melhor forma de processos a serem utilizados, pois segundo Starr (1988. p, 426)

Um aspecto vital do controle de processo diz respeito à maneira pela qual o processo é revisado, reparado e mantido... frequentemente nos defrontamos com as alternativas, reparar e manter os equipamento regularmente seguindo uma programação ou esperar que falhem. A escolha entre elas deve ser ditada pelas características dos equipamentos e pelos custos envolvidos.

Segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT a Norma Brasileira de Referencia - NBR 5462-1994 os tipos de manutenção se classificam:

- Corretiva – É a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item ou equipamento em condições de funcionamento conforme requerido;
- Preventiva: É a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a recuperação de falha ou a degradação do funcionamento de um item;
- Preditiva: São as manutenções que permitem garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática da análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem para reduzir a um mínimo a manutenção preventiva e corretiva.

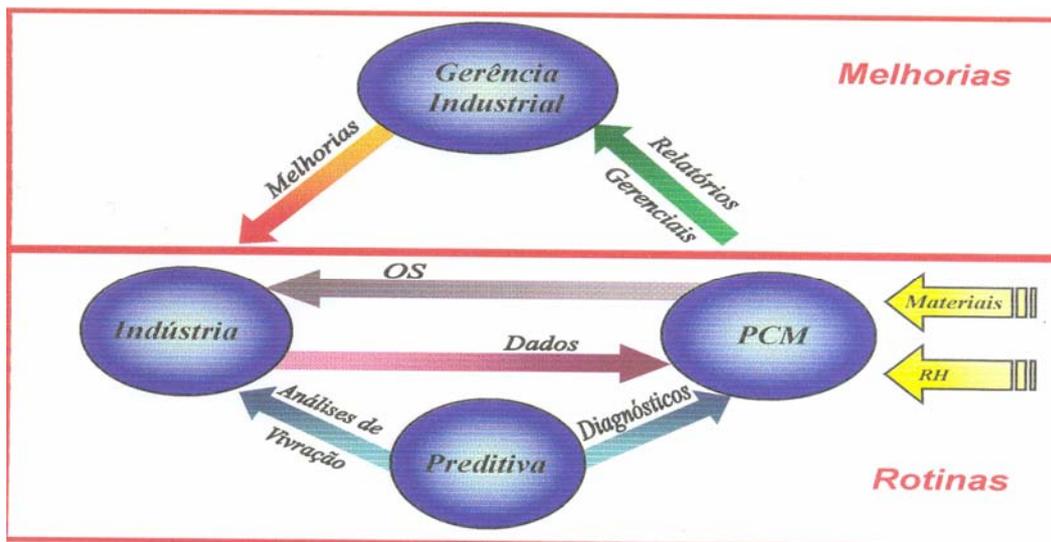
Conforme exposto a manutenção corretiva é praticamente uma atividade curativa. Enquanto a manutenção preventiva é aquela realizada de acordo com as recomendações do fabricante, parâmetros estatísticos e/ou conhecimentos práticos da produção. Já a manutenção preditiva, é a efetuada através de uma rotina sistemática de inspeção instrumentada, que tem por objetivo avaliar e acompanhar o estado dinâmico dos equipamentos, detectando precocemente anomalias em máquinas ainda em seus estágios iniciais, antes mesmo de serem percebidas pelos sentidos humanos, tendo inclusive, o papel de ser uma manutenção pró-ativa e estratégica.

Com a manutenção Preditiva a correção dos processos de falhas antes que se tornem críticos, caros e demorados, por outra ótica, através de seu diagnóstico, revela também a não existência de anormalidades, evitando a execução desnecessária de serviços no reparo. Em função destas vantagens, o monitoramento preditivo tem ganhado espaço e se destacado como uma das ferramentas mais utilizadas pelos gestores de manutenção atualmente, pois suas ações apresentam vantagens para a saúde de qualquer ramo de atividade.

Os principais desafios da gestão de manutenção das usinas sucroalcooleiras para se enquadrar a esta nova realidade têm dois enfoques principais, o primeiro é que o setor tem sido chamado a reagir investindo no acréscimo da produção, o segundo é a necessidade do aumento da produtividade, reduzindo ao máximo as perdas nos processos produtivos.

Acompanhando este paradigma empresarial, os gestores da manutenção industrial têm estudo a adesão às tecnologias disponíveis no mercado para ajudá-los no gerenciamento de suas atividades e na busca de alternativas para elevar a disponibilidade e confiabilidade dos ativos industriais. Dentre as ferramentas mais utilizadas no momento estão os conceitos da Manutenção Produtiva Total - MPT e o Monitoramento Preditivo - MP. A MPT é considerada uma evolução do conceito de manutenção e tem como objetivo a maximização da utilização dos ativos, além de também ser vista como responsável pela gestão inteligente dos métodos de manutenção e tecnologias disponíveis nesta área.

A Manutenção Preditiva Total busca, numa visão mais profunda, promover maior disponibilidade operacional aos equipamentos, maior confiabilidade ao processo, maior segurança industrial, resultando numa melhor produtividade e performance operacional, com redução do custo/tonelada processada. Outro aspecto relevante, é que ao final da moagem pode-se avaliar com segurança o estado de seus componentes, evitando que no reparo serviços sejam executados e peças sejam trocadas sem necessidade, devido à falta de informações de diagnósticos. Outro ponto importante é possibilitar o momento exato da intervenção no equipamento, trazendo como consequência natural à redução da taxa de falha e a alta mantenedibilidade que se traduz em redução de custos e melhora de resultados.



Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.

Figura 3: Fluxograma do sistema de informações da Manutenção Preditiva.

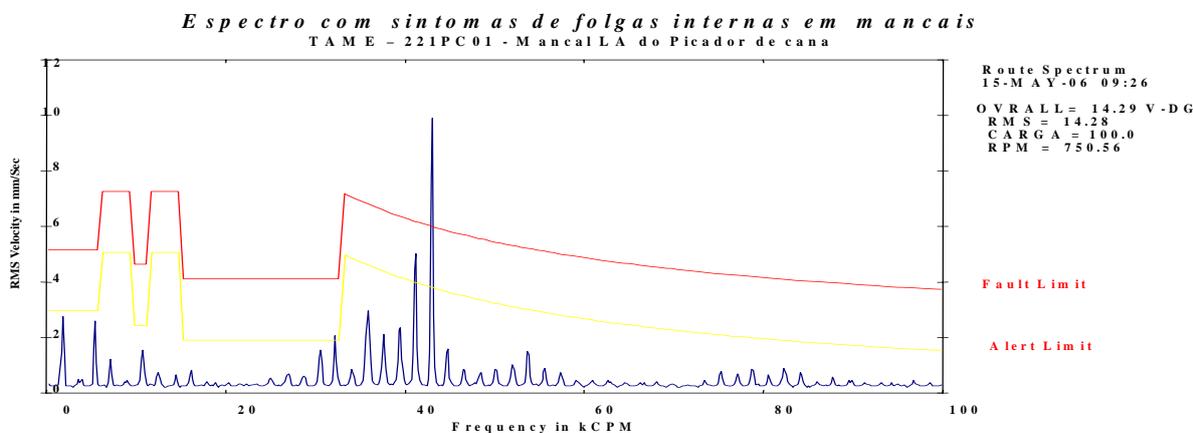
Na manutenção preditiva o monitoramento da condição de uma máquina é feita através da coleta sistemática de dados e acompanhamento de seus parâmetros operacionais, observando suas tendências de aumento, estabilização ou redução. Neste estudo vamos utilizar um exemplo prático da atuação da manutenção preditiva, conforme ilustrado na figura 3, sendo que em sua elaboração contamos com o fornecimento de dados e a colaboração do Engenheiro Mecânico Marcel Ribeiro de Albuquerque, coordenador de manutenção industrial da usina de Açúcar e Álcool Energética Brasilândia Ltda (DEBRASA), no município de Brasilândia/MS, que utiliza os conceitos do monitoramento Preditivo como ferramenta de auxílio para seu planejamento de manutenção.

As informações permitiram entender o funcionamento deste tipo de manutenção e também nos forneceu dados para exemplificar a sua atuação na prática, sendo os mesmos obtidos dos dados técnicos industriais do arquivo de informações do monitoramento Preditivo desta usina sucroalcooleira.

Os dados fornecidos referem-se ao monitoramento de um Redutor do Picador de Cana, este equipamento é responsável pela redução de velocidade entre a máquina acionadora (no caso Turbina) e a máquina acionada (Picador de Cana) e seu nível de criticidade é de 100% dentro do processo de Extração de Cana; ou seja, caso este equipamento apresente defeito não previsto e tenha que entrar em manutenção, as consequência é a parada do fluxo da matéria prima e, conseqüentemente, todo o restante de processo produtivo fica impedido de continuar produzindo.

Pelo monitoramento são obtidos os sinais de vibração que são colhidos através de instrumentos e acompanhados em programas específicos. Estas coletas devem sempre se realizar no mesmo ponto de medição da máquina e somente quando a máquina está funcionando em plena carga. Depois de concluída as coletas, os dados são descarregados em um software específico que já deve ter previamente cadastrado o equipamento, seus componentes e suas faixas de frequências de vibrações admissíveis. Uma vez recebido os dados, o software confronta os dados coletados com os já cadastrados e admissíveis para o equipamento, obtendo assim, um espectro de frequências, a partir do qual é possível gerar um diagnóstico sintomático do equipamento.

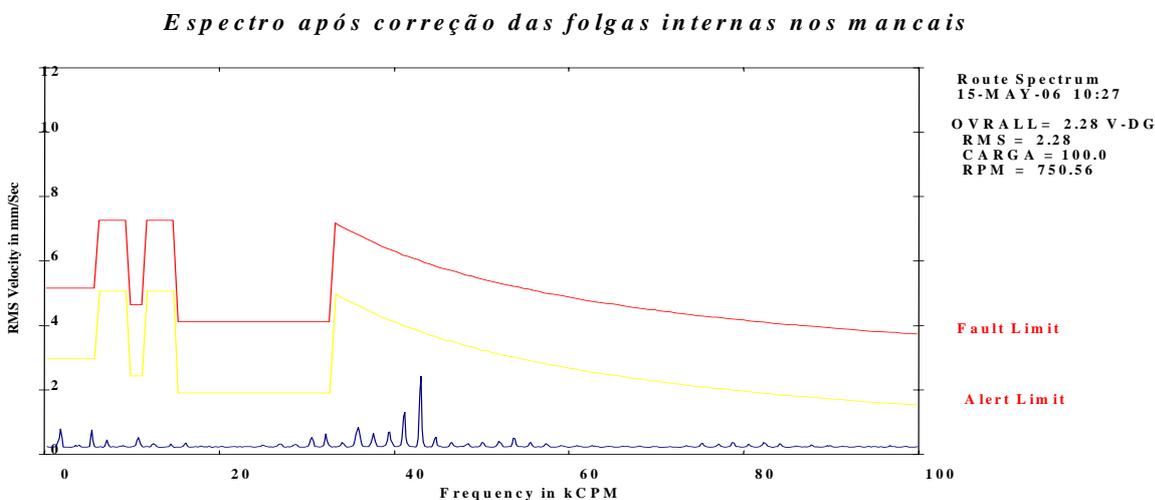
As análises destas situações são obtidas de demonstrações em formato gráfico, como podemos observar no Gráfico 01 e 02 a seguir. No Gráfico nº 01 é apresentado o monitoramento realizado na primeira medição onde foi detectada uma folga no mancal, indicando que o equipamento deveria entrar em programação de manutenção.



Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.

**GRÁFICO 1**

No gráfico nº 02, demonstra o monitoramento após ação de manutenção executada, não se apresenta desvio irregular nas frequências de vibração.



Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.

**GRÁFICO 2**

Geralmente são adotados códigos para identificar as prioridades de execução dos serviços de manutenção, quando detectado algum problema, como por exemplo:

- ✓ Nº 1 - Emergência - situação que oferece risco de acidente – intervenção imediata;
- ✓ Nº 2 – Urgência – grande possibilidade de falha no equipamento – programar intervenção o mais rápido possível;
- ✓ Nº 3 – Oportunidade – Intervenção pode ser programada;
- ✓ Nº 4 – Normal – o equipamento não apresenta problemas.

Enfatizamos que todas estas situações demonstradas em formato gráfico partem de sistemas industriais técnicos que, na prática, orientam o gestor de manutenção e/ou industrial a tomar sua decisão de parar ou não determinado equipamento para manutenção. A partir destes dados técnicos são acumuladas as variáveis econômico-financeiras com as quais serão formuladas e estruturadas as opções de decisão dos gestores.

## **6. Estrutura do caso proposto.**

No exemplo proposto neste trabalho, busca-se a experimentação da Controladoria a partir do Modelo GECON – Gestão Econômica a fim de estabelecer um sistema de informações que evidencie forma de otimização da eficácia dos resultados da área de manutenção. Ilustraremos um demonstrativo com custos decorrentes da ocorrência de uma manutenção corretiva e seu impacto econômico e financeiro em um equipamento considerado crucial no processo produtivo, em contra ponto com os valores a serem investidos no monitoramento e realização da manutenção preditiva.

Os dados utilizados para aplicação do modelo serão os gastos que a empresa teria para restabelecer a produção, após a parada em função de quebra de um equipamento capaz de paralisar o processo fabril, na simulação em questão usaremos o equipamento Redutor do Picador de Cana.

No tocante a atuação da manutenção na configuração da situação problema deste estudo parte-se das seguintes suposições operacionais:

- que a indústria em questão não contasse com as inspeções preditivas, e não tivesse detectado a falha, vindo a quebrar e conseqüentemente paralisar o processo;
- que seria necessário a prática da manutenção corretiva, para tanto seriam deslocados recursos materiais e humanos para o restabelecimento da produção;
- que segundo dados operacionais, um sintoma como folga excessiva em mancais de um redutor como este, por exemplo, se não corrigida a tempo pode ocasionar um desgaste prematuro de outras peças do sistema, aumentando a probabilidade de quebra, ou comprometer o pinhão e no pior dos casos, quebrar o próprio redutor dependendo da proporção do acidente;
- que em qualquer situação de quebra de um equipamento deste porte, os prejuízos à empresa somam montantes relevantes; em função do tempo de parada para a correção que pode ser muito longa, pois se trata de equipamentos e componentes muito caros, inviabilizando ainda mais a aquisição de reservas.

Tomando as informações acima e supondo que haja peças sobressalentes para substituição em caso de quebra, seriam necessários no mínimo oito horas de parada para a correção e restabelecimento da produção. Em função do alto custo dos equipamentos e de as inspeções serem sazonais nas usinas, geralmente elas fazem contratos terceirizados para a prestação dos serviços de monitoramento no período de safra. No contrato sob estudo, leva-se em conta a planta industrial e a produção uma usina de porte médio (produção 1.500.000 tonelada de cana/safra), com uma frequência da medição quinzenal para os equipamentos do Preparo de Cana e Extração (Redutores do Picador/Desfibrador; Redutores dos acionamentos de moendas e Bombas de caldo da moagem) e mensal para equipamentos críticos dos demais setores da fábrica.

Os investimentos em diagnóstico relativos a manutenção preditiva em uma planta industrial conforme dimensionada acima apresentam um valor mensal de mercado de R\$ 4.950,00 a vista e seu valor a prazo é de R\$ 5.500,00, embora possa se obter uma redução, por negociação, ao valor de R\$ 4.650,00 para pagamento a vista. Estes valores são variáveis a serem utilizadas no modelo Gecon para configuração da melhor opção de decisão. Para utilização do modelo proposto foram

consideradas as taxas de captação e aplicação a alíquotas de 10% ao mês e 5% ao mês, respectivamente, e os valores considerados constantes, ou seja, já atualizados em relação à inflação.

O demonstrativo do cálculo da mão-de-obra dos profissionais envolvidos na manutenção segue abaixo e para tanto foi considerado como remuneração acrescida ainda de 30% de adicional de periculosidade e do descanso semanal remunerado. Compõem ainda o custo da mão-de-obra da manutenção os respectivos encargos sociais e trabalhistas exigidos pela legislação.

Função	Salário Base	Remuneração Mensal	Valor hora/homem
Mecânico	1.050,00	1.638,00	11,73
Ajudante	350,00	546,00	3,91

**Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.**

**Quadro 1: Calculo de salário (Custo hora/homem)**

A mensuração dos resultados utilizando a Controladoria e o modelo Gecon proporciona a aferição dos resultados provenientes das decisões de realizar a manutenção preditiva e a manutenção corretiva em uma usina sucroalcooleira. Os valores relativos ao consumo de materiais e de mão-de-obra são comuns às manutenções corretivas e preditivas, sendo estimados o consumo de total de 8 (oito) horas de mão-de-obra de um ajudante de mecânico e mais 8 (oito) horas de mão-de-obra de um mecânico para realização da manutenção.

No caso proposto existe um ponto de ruptura entre a adoção de um e outro tipo de manutenção, ou seja, optando-se pela manutenção preditiva são equacionados todas as conseqüências operacionais e financeiras para a ocorrência da manutenção com a intenção de minimizar as perdas em conseqüência da parada. Já na manutenção corretiva o equipamento apresenta a falha e a empresa tem que restabelecer seu funcionamento, dando um cunho mais operacional a decisão e menos estratégico.

RESULTADO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA		RESULTADO DA MANUTENÇÃO CORRETIVA	
<b>RECEITAS OPERACIONAIS</b>	<b>R\$ 35.075,16</b>	<b>RECEITAS OPERACIONAIS</b>	<b>R\$ 30.125,16</b>
Serviço de diagnóstico	R\$ 4.950,00	Material p/ manutenção	R\$ 30.000,00
Material p/ manutenção	R\$ 30.000,00	Mão de Obra p/ manutenção	R\$ 125,16
Mão de Obra p/ manutenção	R\$ 125,16	<b>CUSTO OPERACIONAL</b>	<b>R\$ 28.625,16</b>
<b>CUSTO OPERACIONAL</b>	<b>R\$ 33.275,16</b>	Material p/ manutenção	R\$ 28.500,00
Serviço de diagnóstico	R\$ 4.650,00	Mão de Obra p/ manutenção	R\$ 125,16
Material p/ manutenção	R\$ 28.500,00	<b>MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO OPERACIONAL</b>	<b>R\$ 1.500,00</b>
Mão de Obra p/ manutenção	R\$ 125,16	<b>RECEITA FINANCEIRA</b>	<b>R\$ 1.428,57</b>
<b>MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO OPERACIONAL</b>	<b>R\$ 1.800,00</b>	Receita Finam. Materiais p/ manutenção	R\$ 1.428,57
<b>RECEITA FINANCEIRA</b>	<b>R\$ 1.690,48</b>	Receita Finam. Mão-de-obra p/ manutenção	R\$ 0,00
Receita Finam. Serv. Diagnóstico	R\$ 261,90	<b>CUSTO FINANCEIRO</b>	<b>R\$ 1.500,00</b>
Receita Finam. Materiais p/ manutenção	R\$ 1.428,57	Custo Financeiro. Materiais p/ manutenção	R\$ 1.500,00
Receita Finam. Mão-de-obra p/ manutenção	R\$ 0,00	Custo Financeiro Mão-de-obra p/ manutenção	R\$ 0,00
<b>CUSTO FINANCEIRO</b>	<b>R\$ 1.850,00</b>	<b>MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO FINANCEIRA</b>	<b>R\$ (71,43)</b>
Custo Financeiro Serv. Diagnóstico	R\$ 350,00	<b>RESULTADO ECONÔMICO</b>	<b>R\$ 1.428,57</b>
Custo Financeiro. Materiais p/ manutenção	R\$ 1.500,00		
Custo Financeiro Mão-de-obra p/ manutenção	R\$ 0,00		
<b>MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO FINANCEIRA</b>	<b>R\$ (159,52)</b>		
<b>RESULTADO ECONÔMICO</b>	<b>R\$ 1.640,48</b>		

**Fonte: Dados coletados do esquema produtivo em uma usina sucroalcooleira.**

**Quadro 2: Mensuração do resultado economico manutenção corretiva vs manutenção preditiva**

Com a Controladoria e a aplicação do modelo é possível apurar os resultados econômicos em cada um dos tipos de manutenção preditiva e corretiva e permitir ao gestor tomar a decisão de escolher o tipo de manutenção apresentar o melhor resultado econômico e assim contribuir para a eficácia da empresa.

Os valores apurados no modelo a seguir são relativos a uma decisão do gestor de manutenção em relação à manutenção preditiva e corretiva em uma usina sucroalcooleira, e ilustram uma ação de substituição de uma engrenagem do redutor do Picador, utilizando para análise os resultados que seriam obtidos pela adoção dos critérios de manutenção preditiva e corretiva no processo produtivo.

Observa-se que o resultado econômico com a manutenção preditiva Resultado Econômico de R\$1.640,48 oferece a melhor condição de decisão ao gestor, ou seja, a melhor margem de contribuição econômica para a realização do processo da manutenção, otimizando o resultado e minimizando o ônus de uma parada não planejada. Verifica-se que mesmo havendo a necessidade do gasto com monitoramento e com o reparo, a decisão é eficaz, contribuindo para que o gestor possa optar por uma ação que irá otimizar o resultado econômico do departamento sob sua responsabilidade e conseqüentemente da empresa.

Um fator complementar a ser considerado na adoção da manutenção preditiva proporcionado pelas informações geradas pela Controladoria diz respeito à estimativa das perdas de resultados que ocorreriam em uma situação de paralisação do processo produtivo. Os reparos e manutenções exigem a paralisação temporária do processo produtivo, ou seja, quando a política da empresa é direcionada para eventos de manutenção corretiva acaba acarretando outros ônus para a empresa, uma vez que o tempo parado significa não obtenção de produtos acabados refletindo-se negativamente no resultado da usina, como pode ser observado no demonstrativo a seguir:

Produção horária da fábrica – litros	20.000	Horas necessárias para manutenção corretiva	8h
Valor de venda litro	<u>1,55</u>		
Receita Bruta horária	R\$ 31.000,00	(R\$ 31.000,00 x 8 =)	R\$ 248.000,00

**Fonte: Informações obtidas no processo produtivo em uma usina sucroalcooleira.**

**Quadro 3: Demonstrativo dos valores improdutivos de álcool na parada da produção:**

No Quadro acima é demonstrado que em decorrência da opção pela manutenção corretiva a empresa ainda geraria com a parada não programada uma perda de receitas com a produção de álcool da ordem de R\$ 31.000,00 por hora, podendo chegar a R\$248.000,00 pelo período exigido para a manutenção corretiva de 8 horas.

A Manutenção Preditiva se valida como a melhor opção, pois além de possibilitar a eficácia dos resultados econômicos da manutenção, contribui para que seja viabilizado ao processo uma melhor oportunidade para ocorrência da manutenção de forma a promover maior disponibilidade operacional aos equipamentos, maior confiabilidade ao processo, maior segurança industrial, resultando numa melhor produtividade, com redução do custo/tonelada processada.

Tais ações se consideradas pelo modelo ortodoxo de informações da contabilidade, não produziram resultados efetivos para a tomada de decisão dos gestores, pois não agregariam a informação a ser prestada ao gestor a análise e mensuração das variáveis operacionais e financeiras da decisão. O modelo de Gestão Econômica – GECON avalia a realidade física e operacional do processo e permite que as avaliações sejam realizadas na data das ocorrências de maneira pró-ativas as decisões, ou seja, o gestor pode obter o resultado da decisão antes mesmo de tomá-la.

## 6. Considerações finais

O processo de globalização e a competitividade empresarial impõem os gestores a adotarem as estratégias que busquem a otimização dos recursos econômicos escassos a disposição das empresas. A informação nesse processo se torna um item valioso quando possibilita ao gestor a tomada de decisão de forma pró-ativa. No exemplo de sistema de informação tratado neste estudo ressalta-se a participação da Controladoria na importância da manutenção preditiva nas indústrias sucroalcooleiras, uma vez que este tipo de manutenção tem como característica evitar ou reduzir falhas e utiliza conceito de manutenção programada, pois a paralisação da indústria pode afetar todo o processo fabril, podendo trazer prejuízo à empresa dependendo da gravidade do problema.

O modelo de informação utilizado no exemplo busca demonstrar a otimização dos resultados propiciando ao gestor optar pela manutenção que melhor resultados econômicos gera a empresa, evitando o ônus advindos de uma parada emergencial, a qual por possuir caráter não-programado aos planejamentos de manutenção pode gerar conseqüências econômicas, financeiras e patrimoniais nocivas ao resultado da empresa.

Entende-se que a Controladoria é o órgão que melhor se identifica como provedor do Accountability na empresa, sendo ela a responsável pela administração do sistema de informação, que possibilitará aos gestores agilidade no acesso as informações pertinentes as suas atividades, possibilitando simulações que evidenciarão os resultados econômicos de suas ações de forma a antecipar a escolha da melhor opção. Outro ponto fundamental do Accountability da controladoria é a possibilidade de imputar a cada um dos gestores sua contribuição para a eficácia da empresa.

A eficácia organizacional volta-se à somatória da sinergia, onde, informação, capital intelectual, operacionalidade, investimentos, são insumos para que a tomada de decisão possa ser a mais precisa possível, onde os objetivos e metas da entidade possam ser continuamente aperfeiçoados. As estratégias adotadas pelas entidades que buscam concretizar sua missão e atingir seus objetivos partem do comprometimento dos colaboradores, vai do chão da fábrica até o alto escalão, o modelo Gecon possibilita a avaliação dos departamentos como unidades de negócio, permitindo, inclusive, mensurar qual o nível de resultado gerado por cada atividade ou departamento da empresa, bem como analisar o desempenho de seus gestores.

Neste estudo buscou-se demonstrar como a controladoria, através do modelo GECON pode auxiliar o gestor de manutenção de empresas sucroalcooleiras no gerenciamento da Gestão da Manutenção Industrial. Para tanto existe a necessidade de se destacar que todas as ações preventivas realizadas pelo departamento de manutenção colaboram para que o processo produtivo não incorra em perda desnecessária decorrente da ausência de previsibilidade racional das operações no processo produtivo, ficando evidente que este departamento, apesar de ser uma unidade de negócio que funciona como um órgão de *staff* (apoio) para os demais departamentos de uma usina sucroalcooleira atingirem suas metas, contribuindo pró-ativamente para o resultado da empresa.

## 7. Referências bibliográficas

- ABNT, NBR 5462, Tipos de manutenção. Disponível no site [www.man-it.com.br/v01/artigos/artigos\\_tecnicos/cadeia\\_suprimentos/newsitem](http://www.man-it.com.br/v01/artigos/artigos_tecnicos/cadeia_suprimentos/newsitem)
- ANSOFF, H. Igor. Estratégia empresarial. Ed. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 1997.
- CATELLI, Armando. Coord. Controladoria Uma Abordagem da Gestão Econômica-GECON. 2<sup>a</sup>. ed. Altas. São Paulo, 2001.

FIGUEIREDO, Sandra & CAGGIANO, Paulo César. Controladoria – Teoria e Prática. 2ªed. Atlas. São Paulo, 1997.

FRANCO, Hilário. Contabilidade Industrial. 9ª ed. Atlas. São Paulo, 1996.

FREIRE, J. E; SEIXAS, J. A; CAZARINI, E.W. (2001) Sistema de informação na atual conjuntura. In: VIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO <http://www.bauru.unesp.br/acontece/simpep.html>

GUERREIRO, Reinaldo. *A meta da empresa: seu alcance sem mistérios*. São Paulo, Atlas, 1996.

GUERREIRO, Reinaldo. *Modelo conceitual de sistema de informações de gestão econômica: uma contribuição á teoria da comunicação da contabilidade*. São Paulo, Tese de Doutorado, FEA/USP, 1989.

HORNEGREN, Charles T. et al. *Cost accounting: a managerial emphasis*. 9 ed. Hardcover: Prentice Hall, 1996.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Teoria da Contabilidade*. 5 ed. São Paulo, Atlas, 1997.

Jornal Cana. <http://www.procana.com.br/Conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>, consultado em 20/04/2006.

KANITZ, Stephen C. *Controladoria: teoria e estudos de casos*, São Paulo: Pioneira, 1976, p.5-6.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da Produção e Operações*. 2ª ed. Pioneira. São Paulo, 1996.

MOSIMANN, Clara P. & FISCH Silvio. *Controladoria: seu papel na administração de empresas*. 2ª ed. Atlas. São Paulo, 1999.

NAKAGAWA, Masayuki. *Introdução a Controladoria, Conceitos, Sistemas, Implementação*. Atlas. São Paulo, 1993.

SANTOS, Gilberto J. dos & MAIORN, José Carlos. *Administração de custos na Agropecuária*. 2ª ed. Atlas. São Paulo, 1996.

STARR, Martin K. *Administração da produção – Sistemas e sínteses*. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1988.

TRIGO, Anderson Andrade. *Manutenção preditiva: Como transformar problemas em resultados*. Opiniões. Ribeirão Preto. Jan-Mar 2006.