

Gestão da Rotina Industrial Apoiada por Balanço de Massa e Energia em Usinas Sucroenergéticas

Autores

Cláudio A. Policastro (Diretor da Pentagro Soluções Tecnológicas)

André R. Lins de Albuquerque (Diretor da Pentagro Soluções Tecnológicas)

Francisco J. Couto Souza (Diretor da Interflow Consultoria e Gestão de Negócios)

Objetivo

Este trabalho busca contribuir para a melhoria da produtividade dos processos em Usinas Sucroenergéticas, elevando o rendimento de suas operações e a qualidade dos produtos finais, por meio da Gestão da Rotina Industrial, apoiada por balanço de massa e energia.

Ao final do artigo, são apresentados dois estudos de caso, um aplicado a uma unidade termoelétrica e outro aplicado ao processo de produção de açúcar, cujos resultados demonstram o potencial deste sistema de gestão.

Siglas

ATR - Açúcar Total Recuperável

FNQ - Fundação Nacional da Qualidade

GRI - Gestão da Rotina Industrial

PDCL – “Plan, Do, Check and Learning” ou planejamento, execução, checagem e aprendizado.

POL - Porcentagem em massa de sacarose aparente

UTE – Unidade Termoelétrica

Introdução

A perpetuação de uma usina sucroenergética está diretamente relacionada à sua capacidade de perseguir seus propósitos em harmonia com o ambiente dinâmico no qual está inserida, respondendo de maneira rápida e eficiente às mudanças sociais, políticas, econômicas e ambientais, ao mesmo tempo em que atendem às expectativas e necessidades das partes interessadas, como por exemplo:

- *Acionistas* – produção de matéria-prima com boa produtividade por hectare, administração dos custos de produção para garantir margens lucrativas;
- *Clientes* – cumprimento dos contratos e manutenção dos níveis de operação dos processos produtivos e dos parâmetros da qualidade dos produtos (especificações, prazo, preço, quantidade, etc.);
- *Sociedade* – conformidade com as exigências fiscais e regulatórias e não produção de efluentes poluidores do ar, água e solo e pela segurança dos processos;
- *Colaboradores ou força de trabalho* – ambiente de trabalho seguro, qualidade de vida e salários justos.

Estas expectativas e necessidades das partes interessadas precisam ser traduzidas em requisitos dos processos críticos do negócio, englobando os processos principais e os processos de apoio. Estes processos precisam então ser controlados com a finalidade de garantir que seus resultados satisfaçam estas expectativas e necessidades, além de atender aos objetivos estratégicos da organização (FNQ: PROCESSOS, 2008).

Nas usinas sucroenergéticas, os processos produtivos industriais correspondem a uma importante parte dos processos críticos no negócio. Desta forma, o controle dos resultados destes processos, frente aos requisitos e metas traçados para os mesmos, é de extrema importância para o negócio. Tal controle deve ser realizado com a definição de indicadores operacionais alinhados com o nível gerencial e nível estratégico, contando para isso, com o apoio de métodos de gestão e ferramentas que permitam o planejamento da operação, a execução do planejado, a comparação do planejado versus realizado e a correção de eventuais anomalias detectadas (desvios do processo) com o isolamento das causas fundamentais destas. No entanto, o controle individual de cada processo não é suficiente para garantir a satisfação de seus requisitos. É necessário também que os gestores da organização possuam uma visão sistêmica, entendendo as inter-relações entre todas as etapas produtivas e as

consequências que uma eventual mudança em um determinado processo ou matéria prima possa trazer para as outras áreas industriais e afins (FNQ, 2011).

Neste sentido, a utilização de ferramentas que permitam demonstrar estas inter-relações dos processos e possibilitem que todas as mudanças e variações sofridas durante a safra sejam bem planejadas e avaliadas, antes de serem colocadas em prática, são de grande importância para a gestão dos processos.

Os conceitos aqui colocados formam a base da Gestão da Rotina Industrial (GRI), que pode ser definida como o processo de planejar a utilização de recursos existentes para a transformação da cana em seus produtos finais, medir os resultados obtidos frente ao planejado, atuar para reduzir dos desvios que ocorrem durante a transformação da cana, de forma preditiva e/ou corretiva, determinando as ações necessárias para a correção destes desvios e o isolamento das causas imediatas ou fundamentais de suas ocorrências.

Comprometimento dos líderes

O comprometimento dos líderes da organização (diretoria e alta gerência) é um dos principais fatores que determinam o sucesso da implantação da Gestão da Rotina Industrial (GRI), uma vez que o processo de implantação exige uma mudança de cultura da organização e, conseqüentemente, um bom gerenciamento da mudança. Isto se deve ao fato de que as pessoas possuem uma resistência natural às mudanças e precisam então ser conquistadas, por meio de motivação e negociação, para se engajarem do processo de implantação e mudança da cultura, possibilitando a formação de uma equipe de melhoria (equipe de colaboradores responsáveis por implantar, orientar e executar a GRI), assim como obter a colaboração das demais pessoas que atuam nas áreas industriais e afins.

Outra consideração importante é que os primeiros resultados da GRI podem demorar até seis meses para começarem a ser comprovados, devido ao tempo para o engajamento e maturação das pessoas para a assimilação nos novos “métodos” deste sistema de gestão. Isto pode levar a equipe de melhoria ao desânimo e ao retorno dos “métodos” antigos de gerenciamento, desta forma, é de extrema importância o papel dos líderes na manutenção da motivação e direcionamento da equipe de melhoria.

Equipe de melhoria

Muitas soluções dos problemas levantados na GRI dependerão de dois ou mais setores da empresa. Desta forma, sugere-se a criação de uma equipe de melhoria que possa atuar no planejamento da produção, a partir de uma visão sistêmica dos processos, na eliminação das anomalias dos processos e no direcionamento das ações da GRI, com o foco na melhoria contínua dos processos. Esta abordagem possibilita a participação dos clientes e fornecedores internos na gestão da melhoria contínua de cada unidade produtiva ou departamento da organização.

Após a formação da equipe de melhoria, esta deve ser capacitada no método PCDL, por meio da aplicação deste método para a resolução de problemas crônicos simples identificados na planta industrial.

Sistema de Medição do Desempenho

O controle dos processos tem por finalidade assegurar que os requisitos de processo e produto sejam atendidos, assim como as necessidades e expectativas de clientes e demais partes interessadas. O controle é realizado por meio dos indicadores de desempenho, cujos resultados são comparados com padrões (metas) previamente estabelecidos. O responsável pelos processos deve atuar preventivamente e corretivamente para sanar as anomalias identificadas. Uma anomalia refere-se ao não atendimento de algum dos requisitos definidos para o processo.

Desta forma, os processos devem ser controlados de modo a assegurar que os produtos sejam entregues isentos de anomalias e no prazo adequado, atendendo aos requisitos que satisfaçam às necessidades das partes interessadas.

Para que isto seja possível, é preciso que seja definido e implantado um sistema de medição, formado por indicadores de desempenho, que mostre a situação do negócio em relação às metas estabelecidas para os processos críticos, principal e de apoio. Este sistema de indicadores deve permitir a análise do desempenho operacional e a tomada de decisão decorrente desta análise de forma proativa, ou seja, deve permitir que os tomadores de decisão se antecipem aos fatos.

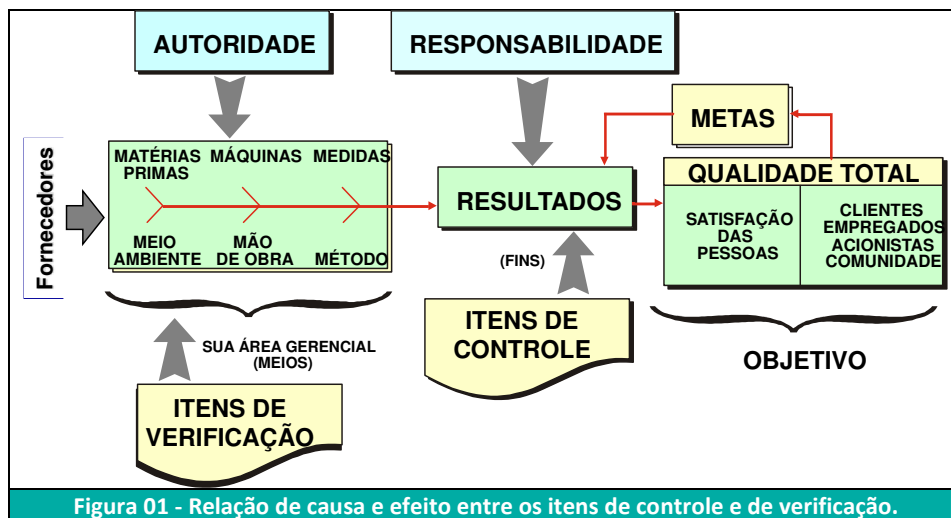
Para que isto seja possível, o sistema de medição deve ser dividido em:

- ***Itens de controle***, também conhecidos como ***saídas do processo ou resultados do processo***, que medem os parâmetros da qualidade dos resultados ou produtos produzidos pelos processos críticos, permitindo verificar se o efeito desejado do processo foi obtido;

- **Itens de verificação**, também denominados *fatores críticos de sucesso ou preditores*, que permitem analisar antecipadamente as condições do processo para se obter um resultado desejado.

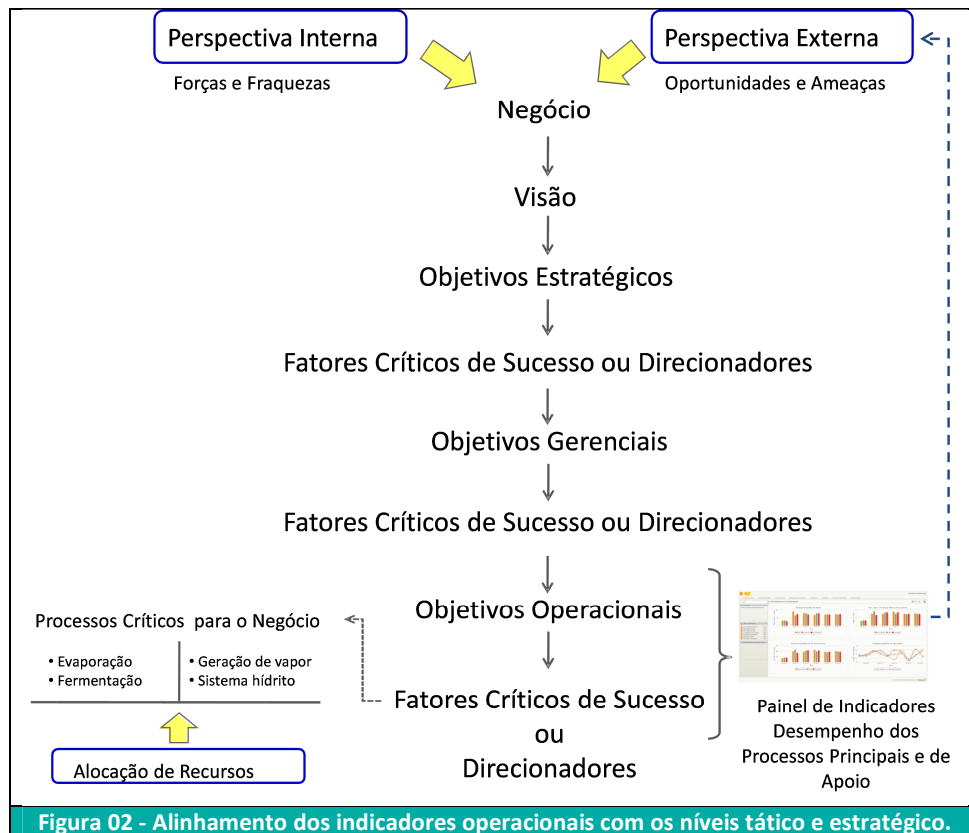
Os **itens de verificação** são fatores que devem ser atendidos ou satisfeitos para que um efeito ou **resultado** desejado para o processo seja alcançado. Eles devem comunicar claramente o trabalho que deve ser efetuado e quais são as atividades ou fatores críticos para se alcançar um objetivo (FNQ, 2002).

Uma anomalia ou desvio ocorrido em um **item de verificação** poderá resultar em uma anomalia ou desvio no **resultado (item de controle)** desejado para o processo. Desta forma, a periodicidade de medição e acompanhamento dos **itens de verificação** deve ser menor que a periodicidade de acompanhamento dos **itens de controle** do processo, de forma a garantir que se possa “prever” o momento no qual o resultado do processo sofrerá um desvio em relação à sua meta. Na Figura 01 é ilustrada a relação de causa e efeito entre os itens de verificação e os itens de controle.



Como se pode verificar pela figura anterior, um **item de controle** sofre a influência de diversos **itens de verificação**. Desta forma, deve-se efetuar uma análise para entender quais são os itens de verificação críticos (ou fatores críticos de sucesso) de modo a garantir que os resultados sejam alcançados, permitindo que o sistema de medição contenha somente informações relevantes e um número reduzido de indicadores. Esta análise pode ser efetuada por meio da análise de correlação entre as diversas variáveis do processo com os resultados deste processo.

Outro ponto importante a ser garantido durante o projeto do sistema de medição é o alinhamento entre os **indicadores de desempenho** do processo, no nível **operacional**, com indicadores definidos para o nível **gerencial** e para o **estratégico**, estabelecendo uma relação de causa e efeito entre os indicadores dos três níveis quando apropriado. Como ilustrado na Figura 02.

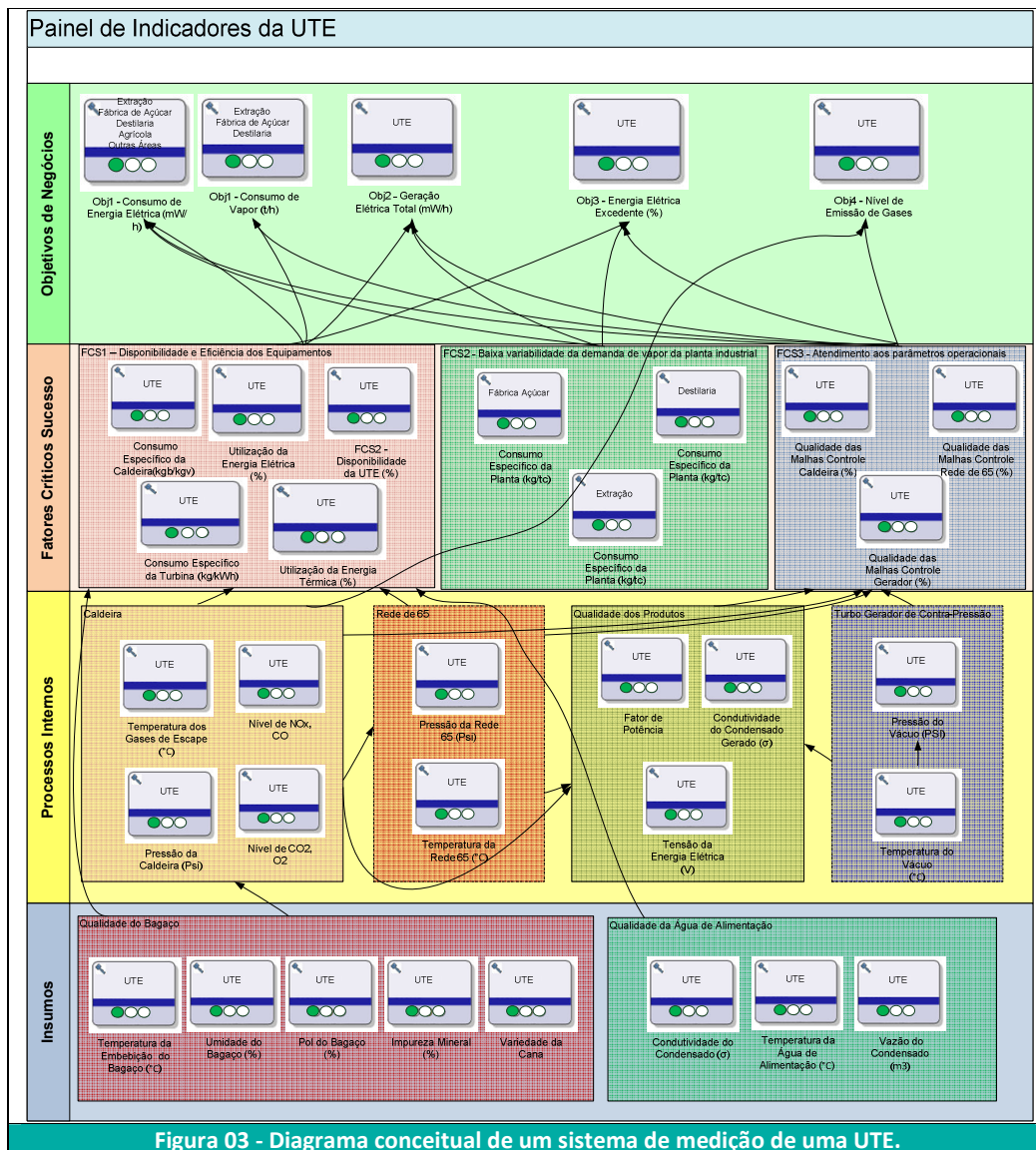


Adicionalmente, durante a estruturação dos indicadores de desempenho do processo, deve-se atentar para algumas características ou atributos desejáveis (FNQ, 2002):

1. eles devem ser comparáveis com indicadores similares estabelecidos por outras organizações, dentro e/ou fora do mesmo setor de atuação, seguindo critérios de comparação da empresa;
2. os indicadores devem ser confiáveis e medidos de maneira contínua e, quando não se puder atestar a confiabilidade do valor dos mesmos, deve-se adotar um indicador de apoio (uma espécie de redundância) que permita o uso conjunto dos dois indicadores para a validação dos mesmos.

Os indicadores funcionam como ferramentas de apoio que conduzem ao comportamento desejado e devem oferecer aos indivíduos o direcionamento que precisam para atingir os objetivos da organização. Por exemplo, a porcentagem de umidade do bagaço, um item de verificação que causa impacto na eficiência da caldeira e no desempenho da Unidade Termoelétrica, é um indicador que já mostra por si só que uma das atividades críticas é a manutenção da umidade do bagaço em níveis aceitáveis para o processo.

Sempre que possível, deve-se utilizar indicadores que mostrem uma relação ou taxa (% ou número adimensional), ao invés de uma grandeza absoluta. Outra observação importante sobre o sistema de medição é que este deve preferencialmente possuir uma hierarquia que permita que os gestores do processo possam observar somente alguns itens de controle, com a possibilidade de navegação para um detalhe maior ou nível mais baixo de indicadores (itens de verificação). Nesta hierarquia, os gestores do processo são responsáveis por monitorar os **itens de controle** e os responsáveis pela operação do processo são responsáveis por monitorar os **itens de verificação**. Na Figura 03 é ilustrado um sistema de medição conceitual para uma Unidade Termoelétrica (UTE), contendo as relações de causa e efeito entre os indicadores de alto nível (objetivos da unidade) e indicadores de baixo nível (indicadores operacionais).



Ferramenta de Simulação de Processos Industriais

Como apontado anteriormente, dentro da GRI é de extrema importância a utilização de ferramentas que mostrem as inter-relações dos processos industriais e de apoio e que permitam que todas as mudanças e variações sofridas durante a safra sejam bem planejadas e avaliadas antes de serem colocadas em prática.

Esta necessidade é atendida pelo emprego de um simulador de processos específico para os processos industriais sucoenergéticos – o **BdME**, que possui como características o fechamento dos balanços de massa, ART e energia em cada uma das linhas de correntes materiais e operações unitárias. Além de garantir a convergência de todos os reciclo de materiais dentro de uma planta industrial.

O uso deste simulador dentro do sistema de GRI permite o planejamento e controle do processo produtivo das usinas sucroenergéticas, exercendo uma função tática e operacional de extrema importância devido as dificuldades inerentes, tais como (ALBUQUERQUE, 2011):

- a) dentro de uma safra de cana-de-açúcar, a quantidade e qualidade extraída da cana-de-açúcar variam significativamente ao longo do tempo;
- b) variações no mercado spot podem causar variações no mix produtivo dentro de uma faixa limitada pelas restrições físicas dos processos e dos contratos e garantias firmadas;
- c) variação tanto da qualidade dos produtos quanto do rendimento e eficiência dos processos durante os meses de moagem;
- d) perdas excessivas de POL (porcentagem em massa de sacarose aparente) na torta, degradação da sacarose no processo de concentração, baixos rendimentos no processo fermentativo, excesso de consumo de vapor em aparelhos de destilação e evaporadores, etc.

Durante o planejamento, o simulador fornecerá os níveis ideais dos itens de verificação do processo e dos principais itens de controle utilizados no sistema de gestão. Estes níveis deverão então ser tomados como metas do sistema de medição para a comparação do nível apresentado pelo processo com o ideal apontado pelo simulador.

Adicionalmente, dentro do sistema de GRI, este simulador também é utilizado como ferramenta de apoio nos processos de avaliações periódicas e no planejamento ao atendimento das diretrizes anuais de melhorias da planta industrial, em decorrência do planejamento estratégico da empresa. Na Figura 04 é apresentada a interface engenharia do BdME utilizada para avaliações de melhoras e de expansões do processo.

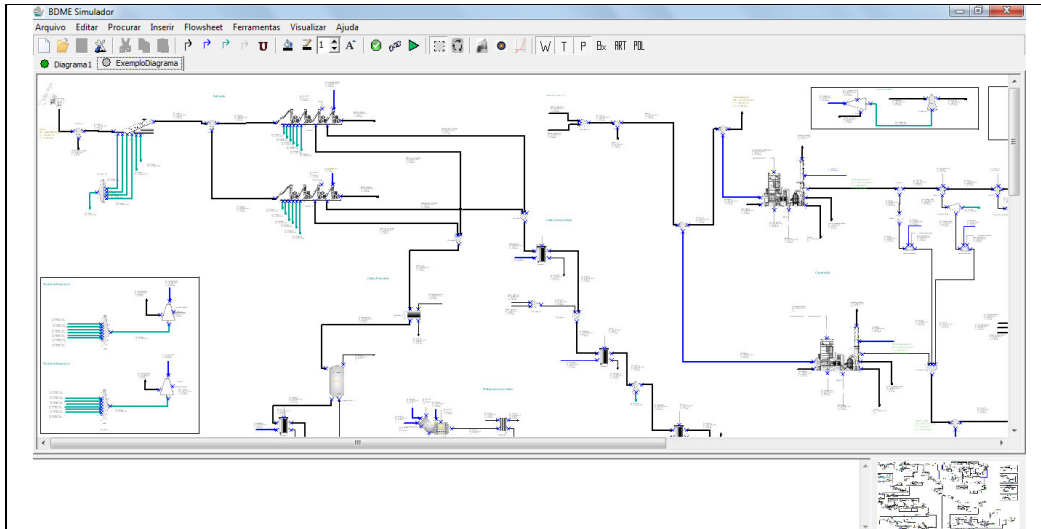


Figura 04 – Interface de engenharia do BdME com fluxograma de uma planta industrial.

Na Figura 05 é apresentada a interface runtime do BdME, construída em Excel, utilizada para o planejamento da produção e para a comparação do previsto pelo simulador versus o realizado pelo processo, dentro do ciclo de GRI, além de apoio no processo de avaliação dos impactos dos desvios detectados nos processos e apoio na análise das causas imediatas e fundamentais destes desvios.

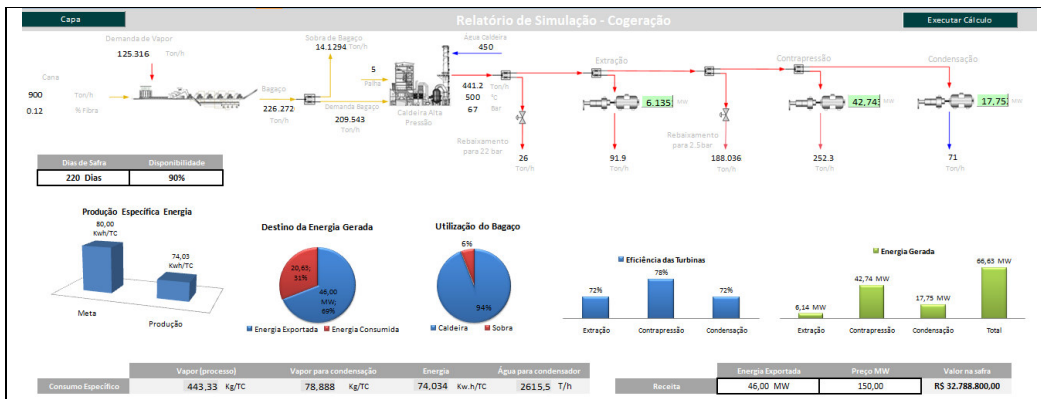


Figura 05 - Interface de runtime do BdME em Excel com um fluxograma de uma UTE e os indicadores de desempenho do processo.

Método PDCL

Para garantir que a GRI aumente a previsibilidade dos resultados dos processos críticos e leve ao alcance das metas estabelecidas nos planejamentos estratégico, gerencial e operacional, é importante a adoção de um método que organize as ações e maximize o potencial destas para o tratamento de desvios do processo e para a implementação de melhorias, visando o alcance dos resultados estabelecidos para o processo.

O método selecionado para a GRI é o *PDCL* (*Plan, Do, Check e Learning* ou planejamento, execução, checagem e aprendizado), uma vez que este método é muito utilizado por organizações padrão classe A mundial para o gerenciamento de seus processos, como também para maximizar o potencial das ações, a fim de se atingir as metas estabelecidas para os resultados dos processos.

Neste sistema de gestão, o ciclo *PDCL* pode ter a sua intensidade e o seu nível de detalhamento das ações variado, dependendo da aplicação: isolamento de causas imediatas de anomalias especiais; isolamento de causas fundamentais de anomalias crônicas; planejamento de melhorias/expansão dos processos.

O ciclo *PDCL*, de uma forma geral, contém atividades divididas em quatro fases.

1. Na fase de *planejamento*, deve-se definir ou identificar claramente o fenômeno a ser estudado (anomalia a qual se quer eliminar ou melhoria de processo a ser implementada).

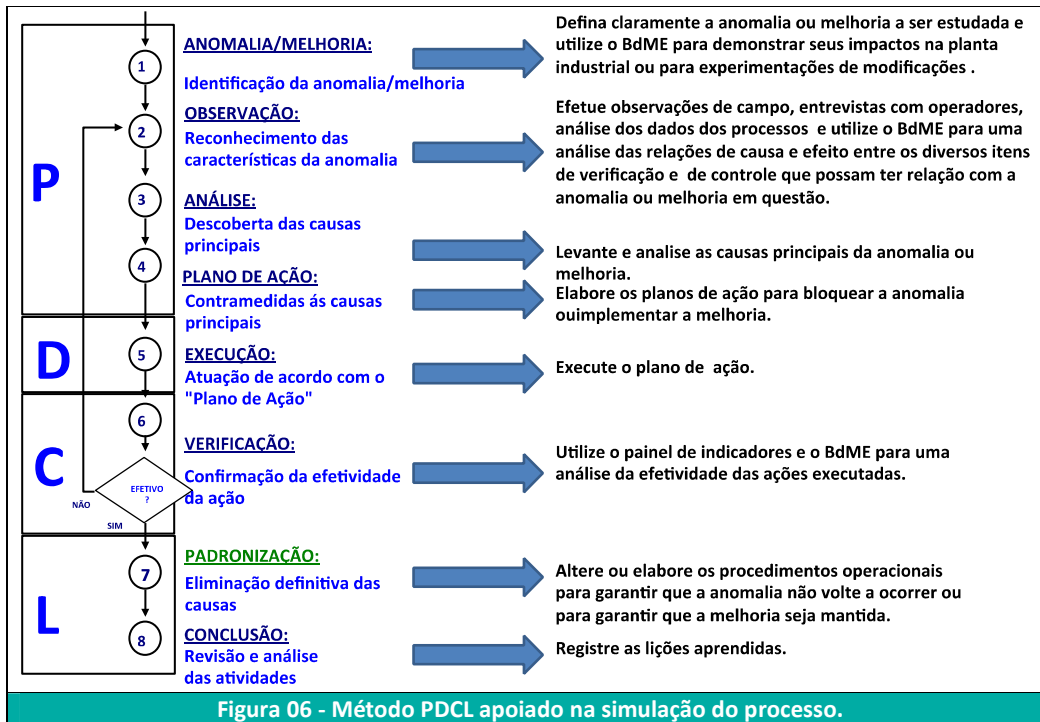
No caso de eliminação de anomalias, deve-se estudar as características do fenômeno para se determinar em que condições ocorre e qual o seu impacto na planta industrial (visão sistêmica). Este estudo pode ser efetuado por meio de observações de campo, entrevista com os operadores, análise dos dados do processo e pela utilização do BdME para a simulação da ocorrência do fenômeno, avaliação dos impactos nos resultados dos processos e validação das características da anomalia.

No caso de *planejamento* de melhorias, deve-se entender as necessidades que levaram às metas de melhoria do processo e então estabelecer as prioridades das melhorias a serem implementadas. Deve-se então identificar as áreas que necessitam ou têm potencial para serem melhoradas e utilizar o BdME para se efetuar experimentações a partir do cenário que representa a condição atual do processo.

Estas atividades poderão ser realizadas com maior ou menor intensidade, dependendo da anomalia em estudo (crônica ou especial) e possibilitarão que a equipe de melhoria tenha um entendimento inicial sobre as possíveis causas do problema. Uma vez finalizadas estas análises, deve-se efetuar o levantamento das causas fundamentais (fatores críticos) da anomalia ou da melhoria, pela realização de reuniões para a elaboração de um *diagrama de Ishikawa*. Finalmente, deve-se elaborar um plano de ação para a eliminação da anomalia ou para a implementação da melhoria, podendo-se adotar o modelo 5W1H para a organização inicial das ações. Durante esta atividade, deve-se ter o cuidado de não produzir um plano de ação que introduza um efeito colateral no processo, evitando que as mudanças no processo introduzam novos problemas.

2. Na fase de *execução* o plano de ação traçado na fase de planejamento é implantado conforme objetivos traçados, pessoas capacitadas e ferramentas de apoio disponíveis;
3. A fase de *verificação* contempla a realização de novas análises dos dados do processo e um acompanhamento de tendência com o painel de indicadores para se verificar a efetividade das ações para a eliminação da anomalia ou melhoria do processo, verificando também se este se manterá na nova condição de operação.
4. Na última fase, a do *aprendizado*, em caso de sucesso, deve-se mensurar e registrar o desempenho superior atingido com o plano de ação, alterar ou elaborar os procedimentos operacionais para garantir que a anomalia não volte a ocorrer ou que a melhoria se mantenha, efetuar os treinamentos necessários e registrar as lições aprendidas durante o ciclo PDCL. Em caso de fracasso, o plano de ação deve ser revisado, com as causas dos desvios investigadas e corrigidas.

Na Figura 06 são ilustrados, de forma simplificada, os passos do ciclo *PDCL*.



Sistema de Gestão da Rotina Industrial (GRI)

O sistema de GRI deve ser centrado em:

- Padronização dos processos críticos e das tarefas críticas;
- Planejamento tático e operacional da produção;
- Monitoramento dos resultados dos processos produtivos críticos pela comparação do previsto no planejamento versus o realizado pelo processo;
- Execução de ciclos PDCL para a solução das causas imediatas ou fundamentais dos desvios dos processos; um sistema de medição proativo;
- Bom ambiente de trabalho e máxima utilização do potencial das pessoas;
- Adoção, por parte dos operadores, de uma atitude positiva em relação a maneira como se trabalha; e a busca da melhoria contínua.

O ciclo da GRI se inicia pelo planejamento da safra, em resposta às diretrizes da empresa, disponibilidade de matéria-prima, capacidade de processamento e do mercado. Após este planejamento, este deve ser validado com o auxílio do BdME para a verificação do comportamento da planta industrial frente à moagem definida para cada mês da safra, permitindo a busca de possíveis gargalos nos processos industriais e a análise da viabilidade de execução do plano de safra, bem como a análise de alternativas para a execução do plano e alcance dos resultados desejados.

Durante a safra, deve-se refinar e atualizar o planejamento periodicamente (semanalmente) para buscar alternativas para eventuais desvios em relação ao planejamento: quantidade de cana processada; alterações na programação de entrega; variação das propriedades da cana-de-açúcar; degradação do rendimento e eficiência dos processos; paradas.

Adicionalmente, deve-se efetuar um planejamento tático diário, pela simulação de cenários alternativos para programar as manobras que devem ser realizadas na planta industrial para o alcance dos resultados desejados e para detectar antecipadamente possíveis gargalos que impeçam a obtenção destes resultados. Este planejamento pode ser repetido ao longo do dia no caso da ocorrência de alguma alteração significativa da condição operacional do processo (paradas não programadas) ou da matéria prima (redução ou aumento da moagem, alteração da fibra, entre outros).

Então, ao longo do dia, os operadores devem monitorar os níveis dos itens de verificação dos processos, fornecidos pelo BdME, com o objetivo de garantir que os itens de controle fiquem dentro das metas definidas durante o planejamento tático, estes níveis são fornecidos pelo simulador de processos e devem ser tomados como metas para cada item de verificação e de controle do processo ao longo do dia. Ao final do dia de produção, deve-se então efetuar a comparação entre os resultados previstos pelo simulador e os realizados pelo processo, utilizando a média dos valores dos parâmetros das condições operacionais e a média dos resultados obtidos.

Neste sistema de gestão, o operador é o agente principal, pois é quem está produzindo o produto e monitorando os níveis dos itens de verificação. O resultado do seu trabalho impacta diretamente os resultados da empresa em relação à qualidade, custos, atendimento a prazos e outros indicadores relevantes para a sobrevivência da organização.

Portanto, o foco da gestão deve ser o operador. Todos os recursos devem ser direcionados a ele de forma a criar as condições ideais para que ele possa realizar bem suas tarefas, atendendo as necessidades dos clientes e metas da empresa. A empresa deve criar condições para que o operador possa exercer suas funções de forma autônoma e responsável - autocontrole. Isto significa delegar-lhes autonomia sobre os meios de produção, organizar o trabalho para que facilitadores e áreas de apoio interajam para que a operação seja contínua, e prepará-lo adequadamente para exercer suas funções por meio da definição clara de suas tarefas e dos resultados esperados, além da capacitação e treinamento adequados.

Os operadores e líderes são responsáveis por cumprir rigorosamente os procedimentos operacionais para manter o processo dentro das faixas normais de condição operacional e por efetuar o acompanhamento dos resultados do processo.

O supervisor deve efetuar periodicamente (semanal, por exemplo) uma reunião de resultados para verificar a situação do processo em relação às metas traçadas para o mesmo.

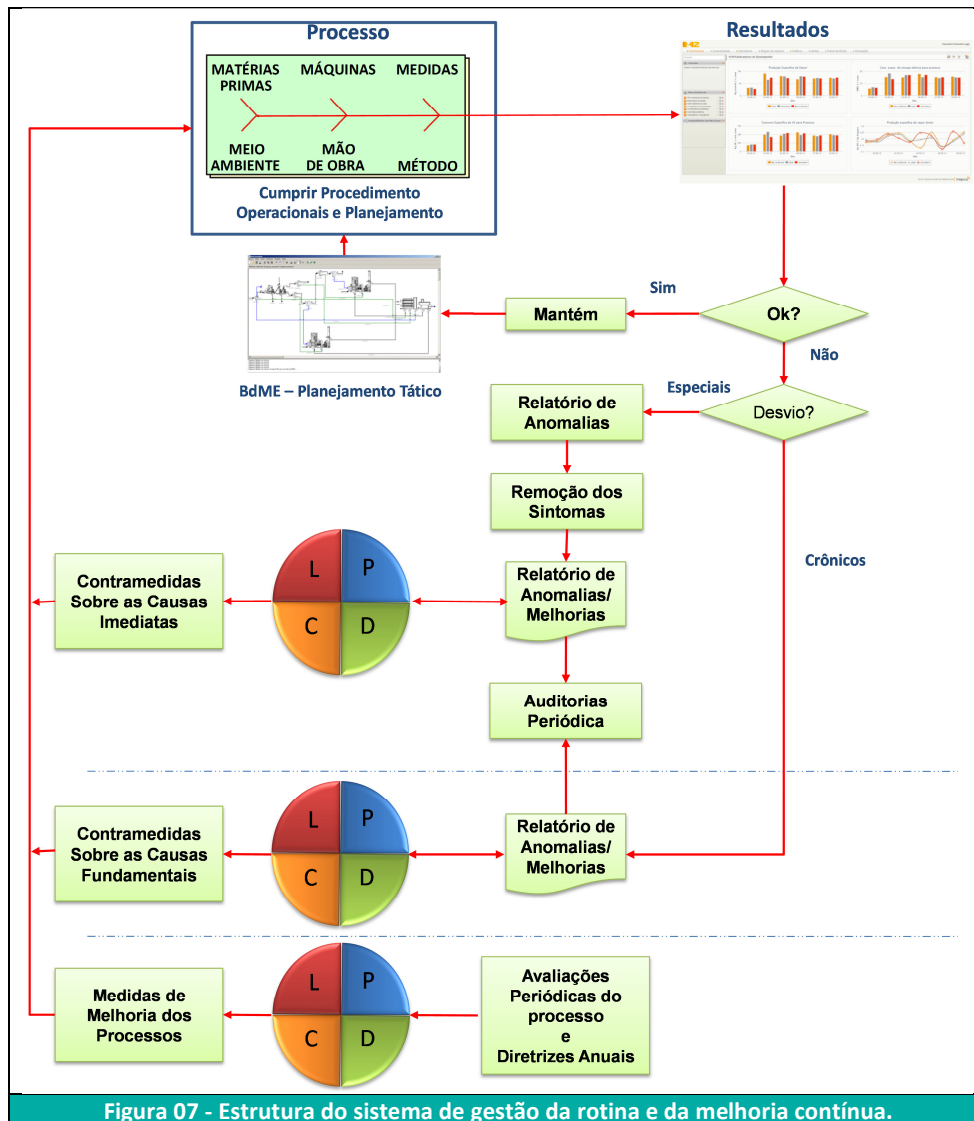
O gerente deve efetuar periodicamente (quinzenalmente, por exemplo) uma reunião para verificar os resultados consolidados e a situação do processo em relação às metas traçadas para o mesmo.

Sempre que for identificada uma anomalia, detectada no processo ou no produto, o operador deve registrá-la em um documento apropriado e relatá-la ao supervisor da área. Caso seja possível, deve-se buscar a remoção imediata do sintoma, a fim de dar continuidade ao processo, enquanto o supervisor dispara o processo para eliminar a anomalia (PDCL).

A execução do ciclo PDCL gerará como resultado ações que devem eliminar a anomalia e novos procedimentos operacionais que permitam a manutenção do processo no novo nível alcançado. Como resultado do PDCL, também deve ser gerado um relatório de anomalias contendo detalhes sobre problemas solucionados.

O gerente e a equipe da qualidade devem auditar os relatórios de anomalias, para verificar se estas voltaram a ocorrer, e auditar o cumprimento dos procedimentos operacionais, como descrito anteriormente.

Ainda, quando o planejamento da qualidade e a diretoria da empresa estabelecem novas metas ou novos padrões de desempenho que garantam a sobrevivência do negócio, torna-se necessário a execução de um ou mais ciclos PDCL no processo para que as melhorias corretas e necessárias possam ser implementadas. Na Figura 07 é ilustrado de forma simplificada o sistema de gestão do desempenho industrial



Estudos de Caso

Para demonstrar o potencial deste sistema de gestão, são apresentados a seguir dois estudos de caso, um aplicado a uma unidade termoelétrica e outro aplicado processo de produção de açúcar, em usinas sucroenergéticas.

Produção de Bioeletricidade

Neste estudo de caso é considerada uma usina com moagem de 4 (quatro) milhões de toneladas de cana na safra. A sua unidade termoelétrica (UTE) é composta por: 3 (três) caldeiras, que trabalham idealmente a 65 bar e 480°C, com capacidade de 150 toneladas de vapor por hora cada uma; 2 (duas) turbinas de contrapressão com capacidade de geração de 25 MW cada uma; 1 turbina de extração e condensação

com capacidade de 25 MW; uma subestação com capacidade de 48 MW de exportação de energia. O consumo específico médio de vapor pelo processo é de 450 Kg/TC e o consumo elétrico específico é de 22 KW/TC. Na moenda, o consumo específico de vapor direto é de 140 Kg/TC.

Um dos resultados iniciais da implantação da GRI foi a identificação e a análise de um desvio na pressão da linha de 65 bar da UTE da usina, que constituía um problema crônico que apresentava desvio máximos de até 7 bar.

Com a análise dos dados de operação e a utilização do simulador para se verificar o impacto deste desvio nos resultados do processo, **constatou-se uma perda média de 4.390 MW** em um único trimestre da safra devido à diminuição da capacidade da turbina de condensação.

A execução de diversos ciclos de PDCL ao longo de uma safra possibilitou a eliminação de muitas das causas que contribuíam para esta variação da pressão da linha de 65 bar, dentre elas: temperatura da água de alimentação das caldeiras, cortes frequentes da extração, umidade do bagaço, ar em excesso, impureza mineral no bagaço.

Como resultado, o processo foi recuperando gradativamente sua “estabilidade”, ao longo da safra e a linha de 65 bar passou a operar de forma mais estável (mais ou menos 0,7 bar) em torno do regime de 62 bar, **constituindo ganhos médios de 12.000 MW** em uma safra.

Produção de Açúcar

Neste estudo de caso é considerada uma usina com moagem também de 4 (quatro) milhões de toneladas de cana na safra. As propriedades médias da cana-de-açúcar que chegam nesta usina são: 14% Pol, 0.5% AR, pureza de 85% no caldo, 12.5% de fibra e 0.5% de terra. A usina possui fábrica de açúcar com uma destilaria anexa com capacidade de produção de **500 m³/dia** de etanol hidratado e **500 m³/dia** de etanol anidro. A fábrica de açúcar é alimentada por xarope proveniente de baterias com 5 efeitos de evaporação do tipo *Robert*. Existem 5 cozedores disponíveis para a *massa A*, com volume total de **2740 hl** e tempo de residência média de **1.5 hora**. Adicionalmente, existem 3 cozedores disponíveis para *massa B*, totalizando **900 hl** de volume e **1.5 hora** de tempo de residência. Para a massa A existem centrífugas que trabalham em batelada com diferentes tipos de capacidade (kg/ciclo) e operando na média a **22 ciclos/h**. A capacidade total deste conjunto de centrífugas é de **209,5 ton/h**. Para a massa B existem centrífugas contínuas com capacidade individual de **36**

ton/h, sendo que três destas centrífugas são utilizadas exclusivamente para a *massa B*.

Um dos resultados da implantação da GRI foi o aumento de **7%** na produção específica de açúcar e a manutenção diária desta produção em **1.85 SC/TC** para atender às necessidades do departamento comercial do grupo durante a safra.

Esta produção foi alcançada e mantida por meio do planejamento da produção e das manobras a serem efetuadas no processo produtivo, empregando-se o simulador da planta industrial, e por meio do emprego dos métodos de acompanhamento e tratamento de desvios definidos na GRI.

No início da implantação da GRI, verificou-se que a produção específica de açúcar estava limitada a **1.73 SC/TC**. A execução de alguns ciclos de PDCL no início da implantação da GRI possibilitou a eliminação de muitas das causas que contribuíam para esta limitação: aumento da temperatura do caldo na entrada dos evaporadores; aumento do brix do xarope enviado para a fábrica, alteração da campanha dos evaporadores pela adoção da campanha ideal calculada pelo simulador da planta industrial. Estas e outras medidas possibilitam a eliminação de gargalos existentes nos pré- evaporadores e nos cozedores de massa A, possibilitando o referido aumento de **7%** da produção específica de açúcar, constituindo ganhos médios de **400 mil sacos adicionais em uma safra**.

Conclusão

Este trabalho apresentou alguns fatores críticos de sucesso e ferramentas necessárias para a implantação da Gestão da Rotina Industrial (GRI), apoiada por balanço de massa e energia, nos processos industriais em usinas sucroenergéticas.

Os conceitos aqui colocados permitem aos gestores o planejamento da utilização de recursos existentes, a medição resultados obtidos, a análise e compreensão dos desvios entre os resultados reais e os requisitos dos processos, e a determinação das ações necessárias para a correção destes desvios e o isolamento das causas de suas ocorrências.

Os casos apresentados demonstram o potencial da GRI e mostram a importância da adoção de um sistema de gestão que aumente a previsibilidade dos resultados dos processos industrial e que possibilite o alinhamento dos resultados dos processos produtivos aos objetivos estratégicos da organização.

Referências Consultadas

ALBUQUERQUE, A. R. L.: SIMULADOR DE PROCESSOS SUCROENERGÉTICOS. Relatório Técnico. Disponível em www.pentagro.com.br, 2011.

CAMPOS, V. F.: Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia. INDG, 2004.

FNQ: Planejamento do Sistema de Medição. Fundação Nacional da Qualidade, 2002.

FNQ: PROCESSOS. Cadernos Compromisso com a Excelência. Fundação Nacional da Qualidade, 2008.

FNQ: Critérios da Excelência. Fundação Nacional da Qualidade, 19ª Edição, 2011.

RUTTA, A. M.; PAGLIUSO, A. T.; NUTINI, M. A.: Planejamento do Sistema de Medição de Desempenho. FNQ, 2002.

SALADA, M. O.: O Gerenciamento Da Rotina Através Do Método De Estabilização De Processos. Dissertação de Mestrado. UFRGS, 2002.