

Sumário

1. Objetivo	1
2. Planejamento e implantação.....	1
2.1. Definição de parâmetros chaves de desempenho.....	1
2.1.1. Caldeira	1
2.1.2. Turbina a vapor	1
2.1.3. Condensador	1
2.1.4. Isolamento no ciclo térmico	1
2.1.5. Água de circulação e torre de resfriamento	2
2.1.6. Sistema de água de alimentação	2
2.1.7. Sistema de ar de combustão	2
2.1.8. Bombas	2
2.1.9. Combustíveis.....	2
2.1.10. Parâmetros controláveis	2
2.2. Validação de dados e calibração	3
3. Programa de melhorias de desempenho.....	3
3.1. Implantação do programa de melhorias.....	3
3.1.1. Monitoramento dos indicadores de desempenho chaves (KPI's).....	3
3.1.2. Testes de rendimento	4
3.2. Aplicação do programa de melhorias	6
3.2.1. Manutenção da isolação do ciclo	6
3.2.2. Redução das perdas controláveis	7
3.2.3. Planejamento de manutenção preventiva com foco em desempenho	7
3.2.4. Monitoramento do desempenho em tempo real	8
3.3. Manutenção do programa de melhorias	12
3.3.1. ISO 50.001 - Gestão de Energia	13
3.3.2. Impactos ambientais e as emissões de gases de efeito estufa (GEE)	16
4. Auditorias internas	17
5. Comunicação dos resultados	18
6. Referências	20
Anexo I - Descrição da unidade	21
Anexo II - Árvores de decisão para identificação de causa-raiz.....	21

Lista de figuras

Figura 1 - Funcionamento do EtaPRO.....	9
Figura 2 - Monitoramento dos parâmetros controláveis e sua comparação com valores meta (figura ilustrativa).	9
Figura 3 - Tela de análise dos KPI's do aquecedor regenerativo e comparação com valores esperados (figura ilustrativa).....	10
Figura 4 - Tela de análise dos KPI's do aquecedor de água de alimentação e comparação com valores esperados (figura ilustrativa).	10
Figura 5 - Comparação do EtaPRO APR para o approach point da torre de arrefecimento (figura ilustrativa).	11
Figura 6 -Comparação do EtaPRO de valores medidos com previstos pelo modelo termodinâmico (figura ilustrativa).	11
Figura 7 -Modelagem da UTLC no VirtualPlant (figura ilustrativa).	12
Figura 8 - Melhoria contínua aplicada a ISO50001 utilizada no Complexo Jorge Lacerda, base para as aplicações em UTE Pampa Sul.	14
Figura 9 - Representação conceitual de desempenho energético.	14
Figura 10 - Planejamento Energético.	15

1. Objetivo

O objetivo deste programa é estabelecer uma metodologia para desenvolver e gerir ações de monitoramento e melhoria de eficiência energética na UTE Pampa Sul. A base deste programa consiste em monitorar o desempenho da usina ao longo do tempo através: (i) da condução de testes periódicos e monitoramento contínuo dos componentes, (ii) da determinação dos valores atuais e máximo atingíveis de desempenho e (iii) da avaliação dos desvios encontrados.

Com este documento é possível:

- Identificar os benefícios disponíveis para a aplicação deste programa;
- Como desenvolver, implantar e gerenciar as ações de monitoramento e melhorias;
- Avaliar e priorizar as ações com potencial de melhoria de desempenho.

2. Planejamento e implantação

Em geral, o programa de avaliação e melhoria do Heat Rate envolve três funções:

- Estabelecer o desempenho atual da unidade.
- Estabelecer o melhor desempenho atingível da unidade.
- Definir e implantar atividades as quais possam se consideradas para reduzir a diferença entre o desempenho atual e a atingível no sentido de aperfeiçoar o desempenho da unidade.

Para determinar onde se encontram os principais desvios de desempenho, devem-se estabelecer os parâmetros chaves (KPI's), obtendo informações e monitorando dados para quantificar a condição de operação da unidade. Através disto é possível definir projetos e atividades para melhoria ou restabelecimento do consumo específico.

2.1. Definição de parâmetros chaves de desempenho

2.1.1. Caldeira

A eficiência da caldeira é o principal parâmetro para determinação do desempenho da caldeira. Existem basicamente dois métodos para cálculo do desta eficiência: Método das Perdas e das Entradas e Saídas.

2.1.2. Turbina a vapor

Para a turbina a vapor são utilizados os seguintes parâmetros para estabelecer o nível de desempenho:

- *Heat rate* da turbina (THR);
- Eficiência turbina de alta pressão;
- Eficiência turbina de média pressão;

2.1.3. Condensador

Para o condensador, são utilizados os seguintes parâmetros:

- Pressão do condensador (vácuo)
- Fator de limpeza

2.1.4. Isolação no ciclo térmico

Um das maiores contribuições para o aumento do consumo específico da unidade são as perdas no ciclo térmico. Estas perdas são frequentemente relacionadas às falhas de isolação, como por exemplo, válvulas de isolação ou de by-pass que não vedam adequadamente, assim como válvulas de

dreno com passagem acentuada quando a unidade está em operação. Um indicador para este parâmetro pode ser calculado através de um balaço de energia da turbina e do condensador, resultando num valor para perdas não mensuráveis no ciclo. Se estas perdas forem grandes, medições adicionais no ciclo devem ser realizadas para determinar as principais fontes destas perdas, assim como a definição das atividades para sua redução.

2.1.5. Água de circulação e torre de resfriamento

Para unidades com circuito aberto de água de circulação ou com torre de resfriamento, a temperatura de água de circulação é um importante parâmetro. Para torres de resfriamento, o funcionamento dos seus ventiladores pode ser monitorado por meio da capacidade atual e do sub-resfriamento do condensador (indicando que há mais ventiladores em operação do que o necessário para um valor mínimo de vácuo no condensador).

2.1.6. Sistema de água de alimentação

O aquecimento da água de alimentação, através dos aquecedores, representa um importante papel no consumo específico da unidade. Quando um dos aquecedores é removido do sistema, um acréscimo na capacidade de geração é alcançado. Porém há uma degradação significativa no consumo específico. Para monitorar os efeitos do sistema de aquecimento da água, os seguintes parâmetros devem ser monitorados:

- DTT para cada aquecedor
- DCA para cada aquecedor
- Temperatura de água de alimentação entrada caldeira

2.1.7. Sistema de ar de combustão

O sistema de ar de combustão, especialmente o pré-aquecedor de ar, também desempenha papel importante na eficiência da caldeira e consequentemente no consumo específico. Se a transferência de calor entre os gases da combustão e o ar de combustão for prejudicada, a eficiência da caldeira será reduzida. Os principais parâmetros-chaves relacionados ao ar de combustão incluem:

- Eficiência pré-aquecedor de ar
- Vazamentos pré-aquecedor de ar
- Temperatura dos gases de combustão na saída da chaminé
- *X-ratio* do pré-aquecedor de ar
- Eficiência dos ventiladores forçados e induzidos

2.1.8. Bombas

O teste de desempenho das bombas deve ser realizado quando houver suspeita de um problema numa determinada bomba ou conjunto de bombas, ou quando uma investigação de causa raiz indicar um desempenho baixo. Dependendo da idade e confiabilidade da bomba, um monitoramento mais frequente do desempenho da bomba também pode ser uma importante forma de acompanhamento. O principal parâmetro-chave de desempenho da bomba é a eficiência da bomba.

2.1.9. Combustíveis

As características do manuseio de combustível e os equipamentos relacionados podem ter um efeito significativo no consumo específico devido à energia consumida pelos sistemas auxiliares. O desempenho dos moinhos deve ser monitorado numa rotina periódica. Os parâmetros-chaves de desempenho para estes equipamentos incluem:

- Granulometria
- Vazão mássica de carvão nos moinhos

2.1.10. Parâmetros controláveis

O uso dos dados operacionais é essencial para compreender o desempenho da unidade e atingir uma operação eficiente. Para todo ponto de carga onde a unidade opera, há valores específicos dos parâmetros chaves de desempenho. Eles devem ser monitorados de forma a indicar onde ocorre o aumento do consumo específico. Estes parâmetros chaves dependem da confiabilidade dos valores medidos para vazões, pressões e temperaturas, incluindo:

- Vazão e temperatura da água de alimentação
- Pressão e temperatura do vapor principal
- Pressão e temperatura das extrações da turbina
- Vácuo no condensador
- Temperatura de água de circulação na entrada do condensador
- Temperatura do vapor RH
- Fluxo de atemperação
- Temperaturas dos aquecedores de ar
- Temperatura dos gases de combustão

Os parâmetros controláveis refletem resultados distintos na eficiência da unidade. Alguns parâmetros apresentam impacto mais significativo do que outros. Parte do projeto e desenvolvimento de um programa de monitoramento e avaliação do consumo específico é determinar o efeito de cada um destes parâmetros no desempenho da unidade. Assim os esforços aplicados na direção da redução do consumo específico podem ser focados nas áreas de maiores potenciais de melhorias.

2.2. Validação de dados e calibração

Para o sucesso de um programa de monitoramento e avaliação do Heat Rate da unidade, é necessário ter acesso aos dados operacionais da planta, os quais devem ser precisos e confiáveis. Uma rotina de calibração nos instrumentos de medição é o primeiro passo para garantir a utilidade dos dados na análise do consumo específico. Alguns dados são mais propensos a variações do que outros, e uma validação adicional entre as calibrações pode se mostrar útil. A forma mais comum de validação é o uso de medição redundante por comparação. Outros métodos podem também ser usados, como a definição da perda de temperatura e pressão através do sistema e mantendo a perda de carga esperada pelas válvulas e redes. Modelos de balanço de energia também podem ser construídos para se determinar os valores esperados componentes do sistema. O modelo deve ser bem ajustado para a unidade em todos os pontos intermediários dentro do sistema, onde a validação do dado é desejada.

3. Programa de melhorias de desempenho

A metodologia do programa de melhorias de desempenho consiste em três fases: (i) implantação, (ii) aplicação e (iii) manutenção do programa. Os métodos utilizados têm como objetivo avaliar o desempenho da unidade, identificar fontes de degradação e potenciais de redução do *heat rate*.

3.1. Implantação do programa de melhorias

3.1.1. Monitoramento dos indicadores de desempenho chaves (KPI's)

O monitoramento dos parâmetros de desempenho chaves (KPI's) requer a obtenção de informações ao longo do tempo de forma automática e constante. Comparar o *heat rate* atual da unidade com valores meta ou de projeto permite a avaliação global do desempenho da unidade. No entanto, apenas com este valor não é possível determinar a fonte da degradação do desempenho e determinar sua causa-raiz. O monitoramento de parâmetros de equipamentos ligados diretamente à geração, significativos com o resultado final da eficiência da usina, permite verificar onde ocorrem as

perdas de desempenho. Com isto, os planos de ação são direcionados e priorizados para o máximo retorno das atividades de recuperação da eficiência.

Os KPI's dos equipamentos relacionam uma série de dados operacionais ligados ao *heat rate*. Estes parâmetros podem ser medidos diretamente ou calculados através de outros parâmetros. Para a UTE Pampa Sul, os parâmetros de controle serão:

- **Caldeira**
 - Eficiência
 - Pressão de vapor superaquecido
 - Temperatura de vapor superaquecido
 - Temperatura de vapor reaquecido
 - Temperatura dos gases de combustão na saída pré-aquecedor de ar
 - Concentração de oxigênio nos gases de combustão na saída da caldeira
 - Incombusto
 - Vazão de atemperação vapor reaquecido
- **Turbina a vapor**
 - Heat rate
 - Eficiência turbina de alta pressão
 - Eficiência turbina de média pressão
- **Condensador**
 - Pressão do condensador (vácuo)
 - Fator de limpeza
 - Temperatura poço quente
- **Ciclo térmico**
 - Vazamentos em válvulas, drenos, purgadores, etc.
 - Consumo de auxiliares
- **Água de circulação e torre de arrefecimento**
 - Vazão de água de alimentação
 - DCA e DTT
- **Sistema de água de alimentação**
 - DTT e DCA para cada aquecedor
 - Temperatura de água de alimentação entrada caldeira
- **Sistema de ar de combustão**
 - Eficiência pré-aquecedor de ar
 - Vazamentos pré-aquecedor de ar
 - Temperatura dos gases de combustão saída chaminé
 - X-ratio do pré-aquecedor de ar
 - Eficiência dos ventiladores forçados e induzidos
- **Bombas**
 - Eficiência
- **Combustíveis**
 - Granulometria
 - Vazão mássica de carvão para os moinhos

Com a utilização do sistema de monitoramento em tempo real, todos os parâmetros serão armazenados a cada minuto de operação.

Com a medição e cálculo dos KPI's torna-se possível comparar os valores atuais com os valores metas ou esperados. Com esta comparação, determina-se o impacto no *heat rate* de cada desvio (em kcal/kWh) através da comparação com o modelo termodinâmico atual e de projeto.

3.1.2. Testes de rendimento

Testes de rendimento nos equipamentos principais devem ser realizados periodicamente (mínimo mensalmente). Os testes realizados incluem:

- Potência líquida de saída em TMCR;

- Consumo dos auxiliares em TMCR;
- Heat rate líquido (PCI) em TMCR;
- Eficiência da caldeira (ASME Performance Test Code 4.1, Fired Steam Generators)
- Eficiência pré-aquecedor de ar de combustão (ASME Performance Test Code 4.3-1968, Air Heaters)
- Eficiência turbina de alta e média pressão (ASME PTC-6 2004)
- Eficiência condensador (ASME PTC 12.2 - 2010)
- Eficiência torre de arrefecimento (CTI Code ATC-105 - Acceptance Test Code for Water-Cooling Towers, USA and Brazilian standard NBR 9792)
- Eficiência dos aquecedores de água de alimentação (SME Performance Test Code 12.1 - 2000, Closed Feedwater Heaters)
- Eficiência bombas de água de alimentação (ASME Performance Test Code 8.2 - 1990, Centrifugal Pumps)

Metodologia

Estes testes devem ser corrigidos para as condições padrão de forma a possibilitar a comparação dos resultados com os dados de projeto e de testes anteriores:

- Temperatura ambiente: 20° C
- Pressão ambiente: 990 kPa;
- Umidade relativa: 70 %;

A unidade deve estar em carga plena, com as válvulas parcializadoras completamente abertas (VWO).

Além dos dados obtidos no sistema supervisor, as seguintes informações devem ser obtidas e registradas:

- **Amostragem de carvão e calcário** - As amostras devem ser coletadas e armazenadas antes dos testes, de acordo com os procedimentos normativos. Devem ser encaminhadas ao laboratório para as análises químicas necessárias (análises elementar e imediata, PCI e PCS).
- **Análise dos gases de combustão** - Amostragem de gases de combustão deve ser realizada na entrada e saída dos aquecedores de ar através de sondas de teste e analisador de gases calibrado, de acordo com o procedimento normativo. Os parâmetros que devem ser coletados e registrados são: concentração de CO, O₂, NO_x e SO_x e temperatura dos gases.
- **Temperatura de bulbo seco e úmido:** Estas temperaturas são tomadas usando um psicrômetro e utilizadas para determinar a umidade no ar de entrada.
- **Amostragem de cinzas:** amostras de cinza pesada (fornalha) e leve (economizador, aquecedor e precipitador) devem ser obtidas e enviadas para laboratório para análise do incombusto das cinzas.

Um responsável é nomeado para coordenar os testes de desempenho. Ele garante que as condições de ensaio sejam cumpridas, e aprova os desvios necessários do procedimento padrão. Além disso, reporta todas as observações necessárias realizadas durante o ensaio e possíveis questões as análises de laboratório. Ele também é responsável pelos cálculos e envio dos relatórios dos testes para os interessados.

3.1.2.1. Atividades pré-testes

- Notificar equipes envolvidas pelo menos 72 horas anterior a data e hora do teste programado. O teste deve ser confirmado com o cronograma aprovado até o dia anterior;
- Notificar o administrador do sistema de monitoramento em tempo real (EtaPRO) para definir o intervalo de arquivo de dados históricos para um por minuto. Se necessário, verificar a disponibilidade do sistema de aquisição de dados. O sistema de aquisição de

dados deve ser criado e seus logs iniciados. O armazenamento de dados deve permitir a importação direta em uma planilha eletrônica.

- Providenciar que as amostras de carvão e cinza sejam coletadas antes do teste.
- Verificar se ferramentas, recipientes, e equipe está disponível para amostragem de cinzas após o teste.
- Esvaziar as tremonhas de cinza do economizador e aquecedor de ar no máximo 1 hora antes do teste.
- Todos os moinhos que serão usados durante o teste devem ser ajustados por procedimento padrão
- Examinar todos os instrumentos de teste e aparelhos especiais para verificar suas condições de funcionamento. Instalação de instrumentos e equipamentos temporários deve ser feitas durante a semana anterior ao teste.
- Instalar sondas de gases de combustão temporárias;
- Testar conjunto de dados de teste para verificar a instalação do equipamento de teste.

3.1.2.2. Condições de testes

- Carga nominal, válvulas parcializadoras 100% abertas;
- Duração mínima do teste: 2 horas;
- Aquecedores de água de alimentação devem estar em operação;
- Sopragem de fuligem deve ocorrer no máximo 2 horas antes do teste e não deve ser utilizada durante o teste;
- Moinhos devem operar em condições similares;
- Operação em regime permanente de acordo com norma ASME;

3.2. Aplicação do programa de melhorias

Na seção anterior foram descritas as atividades necessárias para determinar o potencial de melhoria do heat rate da unidade, com foco na identificação das causas raízes dos equipamentos principais de produção. Esta seção tem como objetivo aplicar as informações obtidas, planejando as atividades de melhoria de desempenho.

3.2.1. Manutenção da isolação do ciclo

Toda usina térmica possui um caminho normal para o fluxo de líquido/vapor a cada ponto de utilização. Esses caminhos são representados nos balanços térmicos fornecidos pelos fabricantes de turbinas e caldeiras. O que não é mostrado nesses diagramas são os diversos caminhos adicionais disponíveis ao fluxo normal de água/vapor.

Quando o fluxo é desviado do caminho esperado, ou ele é drenado do ciclo (purgadores) ou retorna a um ponto do ciclo em que a energia é dissipada sem fornecer trabalho útil (dreno para o condensador).

A isolação do ciclo deve ser realizada através da priorização dos principais pontos de perdas. Esta priorização deve ser feita através do princípio de Pareto, identificando os 20% de desvio que correspondem a 80% da perda. Devem-se obter dados adicionais de operação e utilizar modelos termodinâmicos para determinar os potenciais pontos de perdas de energia.

Inspeção em campo (ronda) permite a identificação inicial de perdas pela isolação do ciclo e a criação de planos de ação de operação e manutenção para a correção dos problemas. Para isto, deve-se seguir um check-list de isolação que inclua: (i) linhas de by-pass de partida/emergência, (ii) drenos utilizados na saída da unidade e (iii) linhas de drenos com purgadores. A lista deve conter as seguintes informações:

- Local da válvula de isolação
- Dimensão da válvula (incluindo número do desenho relacionado)
- Tag de identificação

A inspeção deve determinar se há vazamentos através da válvula de isolamento através da medição de temperatura de parede antes e depois da válvula ou pela identificação de ruídos anormais. Medidores infravermelhos ou ultrassônicos devem ser utilizados. Falhas adicionais na selagem de válvulas e bombas ou em flanges devem ser relatadas. Cuidado deve ser tomado em locais onde o fluxo de alta pressão/temperatura.

As inspeções devem ocorrer sempre: (i) após a partida da unidade; (ii) anterior a uma parada de curta duração ou revisão e (iii) após retorno da unidade de manutenção, identificando a efetividade das ações de manutenção.

3.2.2. Redução das perdas controláveis

Melhorias no desempenho da unidade podem ser sempre realizadas pelo aumento da comunicação e treinamento da equipe de operação sobre os efeitos das perdas resultantes no desvio de parâmetros controláveis. Estes parâmetros incluem:

- Pressão e temperatura de admissão da turbina;
- Temperatura do vapor reaquecido quente;
- Pressão do condensador;
- Vazão de make-up;
- DTT e DCA dos aquecedores de água de alimentação;
- Vazão de atemperação do vapor principal e reaquecido;
- Consumo de auxiliares;
- Temperatura dos gases de combustão na chaminé;
- Incombusto;
- Excesso de oxigênio;

O objetivo destes controles são instruir a equipe de operação para otimização do desempenho para diferentes pontos de cargas da unidade. A unidade irá operar da forma mais eficiente possível se estes parâmetros forem controlados de acordo com dados de projetos ou valores meta. Caso estes parâmetros estejam limitados por razões de falhas em equipamentos, planos de ação devem ser criados para retornar o equipamento ao seu estado de operação ideal. Árvores de decisão devem ser utilizadas. Nelas estão incluídas experiências e as causas-raízes mais comuns para os desvios de parâmetros controláveis (Anexo II).

3.2.3. Planejamento de manutenção preventiva com foco em desempenho

Utilizar dados de desempenho dos equipamentos como apoio ao planejamento da manutenção preventiva permite determinar de forma efetiva a necessidade de parada do equipamento, identificar degradações de componentes no seu início, determinar modificações de projeto e avaliar custo/benefício de intervenções. Os resultados de melhorias do programa manutenção preventiva são: (i) o aumento da disponibilidade da usina através da melhoria da confiabilidade dos equipamentos ligados diretamente a produção, (ii) redução de custos de manutenção e (iii) redução de homem-hora de manutenção através das melhorias de planejamento de atividades.

Exemplos de atividades de manutenção que devem utilizar dados de desempenho dos equipamentos são:

- Limpeza de tubos de condensador;
- Sopradores de fuligem;
- Substituição ou reparos de palhetas, bocais e selagem de turbinas;
- Substituição, reparos e melhorias do sistema de controle e instrumentação;
- Localização e reparos de vazamentos de água no ciclo e ar na caldeira.

Os seguintes KPI's devem ser monitorados com foco na manutenção preventiva de equipamentos:

Tabela 1 – KPI's para manutenção preventiva de equipamentos com foco em eficiência.

Equipamento	Parâmetro
Queimadores e moinhos	Incombusto cinza leve/pesada
	Granulometria carvão
	Concentração de O ₂ e CO
Ar/gases	Temperatura dos gases de combustão
	Infiltrações aquecedor regenerativo
	Eficiência aquecedor regenerativo
Superfícies de troca térmica	Temperatura e O ₂ gases de combustão
	Temperatura do vapor principal e reaquecido
	Temperatura da água saída economizador
	Vazão de atemperação vapor principal e reaquecido
Condensador	Fator de limpeza
	Vácuo
	Perda de carga lado água
	Temperatura de água de circulação
	DTT
Aquecedores água de alimentação	Perda de carga lado água
	DTT
	DCA
	Nível
	Drenos de emergência
Purgadores	Abertura/fechamento

3.2.4. Monitoramento do desempenho em tempo real

O sistema de monitoramento da eficiência energética da usina em tempo real permite a detecção e diagnóstico de desvios da eficiência de forma rápida e ágil. Ações de correções podem ser tomadas baseadas nas informações obtidas, munindo as equipes de operação e manutenção com dados relevantes para o planejamento das paradas de manutenção com foco em eficiência. Ainda, permite a simulação de cenários específicos que avaliem ações de melhoria de eficiência, prevendo os resultados destas sem o risco da execução de testes nos equipamentos.

A especificação técnica definiu condições mínimas de projeto, incluindo: (i) sistema de monitoramento em tempo real, utilizando dados da unidade obtidos do DCS, com modelos termodinâmicos simulando o comportamento da unidade; (ii) telas de controle de desempenho de todos principais equipamentos, perdas controláveis e supervisão de sopragem; (iii) simulação de cenários utilizando os dados obtidos em tempo real; (iv) número ilimitado de acesso ao software cliente.

O EtaPRO é uma aplicação cliente/servidor que serve como fonte de informações de monitoramento do desempenho e condição das usinas para todos os níveis da companhia. O sistema possui uma interface gráfica que permite acesso às informações monitoradas em tempo real e históricas, modelos empíricos e termodinâmicos, relatórios, alertas e diagnósticos. É possível acessar de forma rápida gráficos, bibliotecas de cálculo, ferramentas de análise e histórico (EPTrendSetter), ferramentas de relatórios baseados em Excel (EPReporter), logs de operação ligados aos dados históricos (EPLog), ferramentas de notificação (EPAlert), modelagem termodinâmica (VirtualPlant) e empírica (EtaPRO APR).

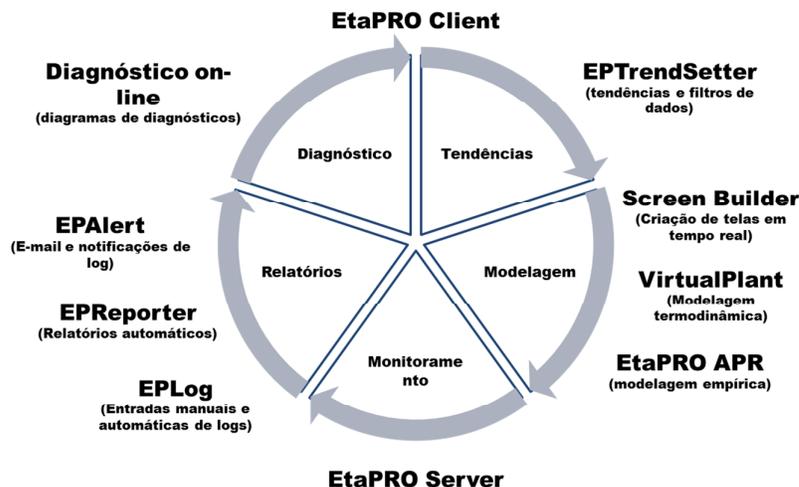


Figura 1 - Funcionamento do EtaPRO.

O objetivo da aplicação do EtaPRO é maior do que apenas coletar os dados e calcular a eficiência da unidade. O sistema deve fornecer para a empresa: (i) comparações entre o desempenho e condições atuais e previstos (consideração das degradações naturais do equipamento); (ii) detectar problemas em sensores e equipamentos de medições através das diferenças entre os dados medidos com o valor esperado; (iii) armazenar dados lidos no campo; (iv) possibilitar configuração do sistema para as diferentes funções da empresa e; (v) filtrar dados históricos que representem a condição de regime permanente para determinada carga.

3.2.4.1. Identificação da melhor eficiência possível, potenciais de melhoria e impactos financeiros

O sistema de monitoramento possibilita a comparação entre os parâmetros controláveis e seus respectivos valores meta ou de projeto ao longo do período de geração da unidade. Esta comparação é mostrada em uma tela para os operadores, identificando rapidamente os desvios de parâmetros controláveis. Isto possibilita a rápida ação para mitigação destas perdas, reduzindo os impactos no desempenho da unidade.



Figura 2 - Monitoramento dos parâmetros controláveis e sua comparação com valores meta (figura ilustrativa).

3.2.4.2. Monitoramento dos indicadores chaves de desempenho (KPI's)

Além da comparação dos desvios de eficiência nos parâmetros controláveis, outros parâmetros chaves de desempenho devem apoiar no processo de decisão e priorização das ações de O&M. Modelos termodinâmicos foram desenvolvidos para cada componente principal da unidade, possibilitando a rápida comparação dos seus respectivos KPI's.

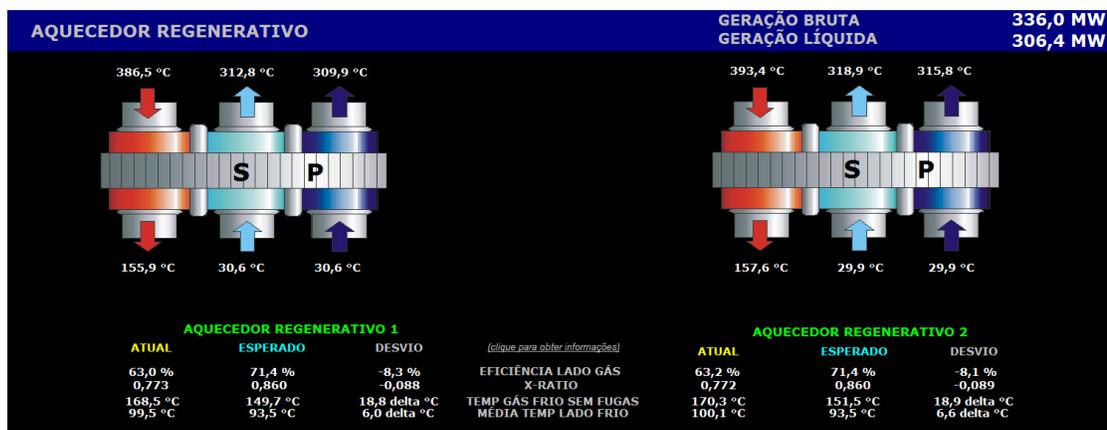


Figura 3 - Tela de análise dos KPI's do aquecedor regenerativo e comparação com valores esperados (figura ilustrativa).

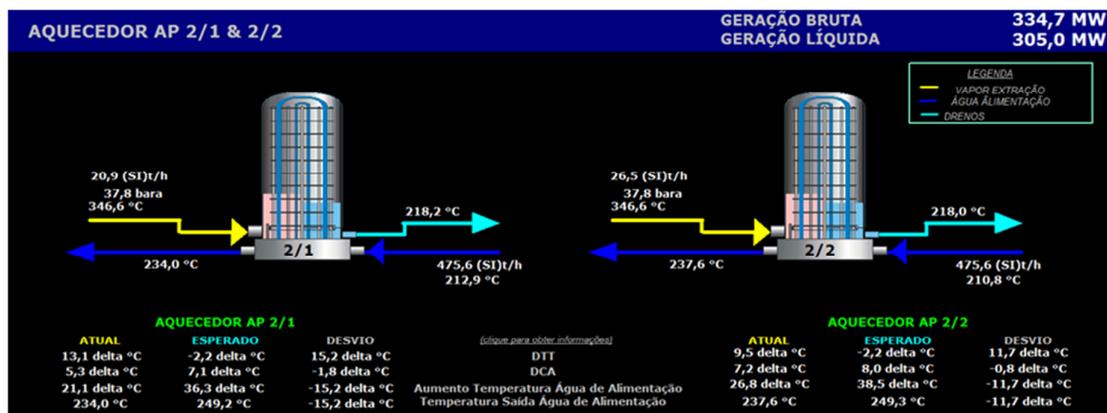


Figura 4 - Tela de análise dos KPI's do aquecedor de água de alimentação e comparação com valores esperados (figura ilustrativa).

3.2.4.3. Monitoramento de condições anormais de operação

Uma das ferramentas de análise do EtaPRO possibilita a análise dos equipamentos baseados na sua condição "normal" de operação. Esta ferramenta chama-se EtaPRO APR (Advanced Pattern Recognition). Ou seja, através da análise de dados de instrumentos ou modelados, é possível monitorar se o equipamento está operando em uma faixa de operação considerada aceitável. Se o equipamento iniciar a operação fora desta faixa, pode-se determinar quando uma ação deve ser tomada e qual a criticidade da continuidade de operação deste equipamento.

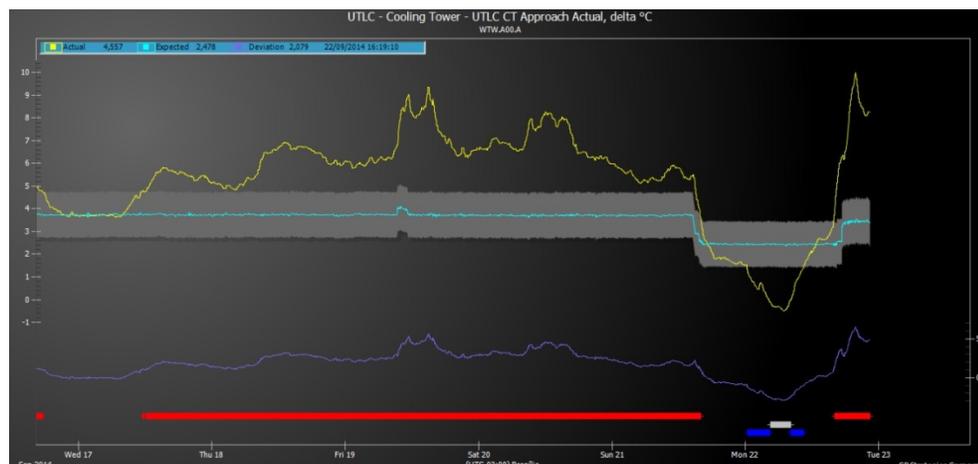


Figura 5 - Comparação do EtaPRO APR para o approach point da torre de arrefecimento (figura ilustrativa).

3.2.4.4. Verificação de possíveis problemas de instrumentação

Com o desenvolvimento de modelos termodinâmicos da unidade, torna-se possível avaliar possíveis falhas de instrumentação. Se o modelo termodinâmico estiver devidamente otimizado para as condições nominais de operação, sua resposta em dados principais de operação não deve desviar consideravelmente dos valores medidos. Caso haja um desvio, a indicação o sistema emite um alerta de falha de instrumento.

PRESSÃO ESTÁGIO TURBINA			
	ATUAL	MODELO	RELAÇÃO
PRESSÃO VAPOR SH	160,9 barg	161,4 barg	-0,34 %
PRESSÃO PRIMEIRO ESTÁGIO	116,2 bara	128,4 bara	-9,51 %
PRESSÃO VAPOR RH FRIO	39,9 bara	34,9 bara	1,15 %
PRESSÃO VAPOR RH	35,7 bara	32,8 bara	8,93 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO AQUECEDOR AP2	38,0 bara	33,2 bara	14,74 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO AQUECEDOR AP1	23,5 bara	20,8 bara	12,91 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO DESAERADOR	10,9 bara	9,2 bara	18,31 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO AQUECEDOR BP4	5,16 bara	4,76 bara	8,26 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO AQUECEDOR BP3	2,16 bara	1,68 bara	28,90 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO AQUECEDOR BP2	0,87 bara	0,83 bara	4,30 %
PRESSÃO EXTRAÇÃO AQUECEDOR BP1	0,579 bara	0,434 bara	33,45 %
PRESSÃO CONDENSADOR - VÁCUO	0,080 bara	0,080 bara	0,00 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDORES			
	ATUAL	MODELO	RELAÇÃO
TEMP POÇO QUENTE	41,6 °C	41,4 °C	0,34 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR BP 1	72,1 °C	46,7 °C	54,50 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR BP 2	92,0 °C	90,6 °C	1,52 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR BP 3	113,3 °C	110,7 °C	2,35 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR BP 4	150,8 °C	145,6 °C	3,55 %
TEMP ÁGUA TANQUE ALIMENTAÇÃO	178,6 °C	174,3 °C	2,43 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR AP 1/1	212,9 °C	215,2 °C	-1,06 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR AP 1/2	210,8 °C	215,2 °C	-2,04 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR AP 2/1	234,0 °C	241,4 °C	-3,06 %
TEMP ÁGUA SAÍDA AQUECEDOR AP 2/2	237,6 °C	241,4 °C	-1,58 %
TEMP DRENOS AQUECEDORES			
	ATUAL	MODELO	RELAÇÃO
TEMP DRENOS AQUECEDOR BP 1	51,1 °C	52,2 °C	-2,07 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR BP 2	75,5 °C	52,2 °C	44,66 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR BP 3	105,4 °C	113,2 °C	-6,94 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR BP 4	124,4 °C	116,5 °C	6,78 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR AP 1/1	190,2 °C	183,1 °C	3,88 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR AP 1/2	190,7 °C	183,1 °C	4,14 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR AP 2/1	218,2 °C	218,4 °C	-0,11 %
TEMP DRENOS AQUECEDOR AP 2/2	218,0 °C	218,4 °C	-0,20 %
VAZÃO VAPOR SH	950,3 (SI)t/h	908,9 (SI)t/h	4,56 %
"HEAT RATE" TURBINA E CICLO TÉRMICO	2.007,8 kcal/kWh		
EFICIÊNCIA TURBINA E CICLO TÉRMICO	42,8 %		

Figura 6 -Comparação do EtaPRO de valores medidos com previstos pelo modelo termodinâmico (figura ilustrativa).

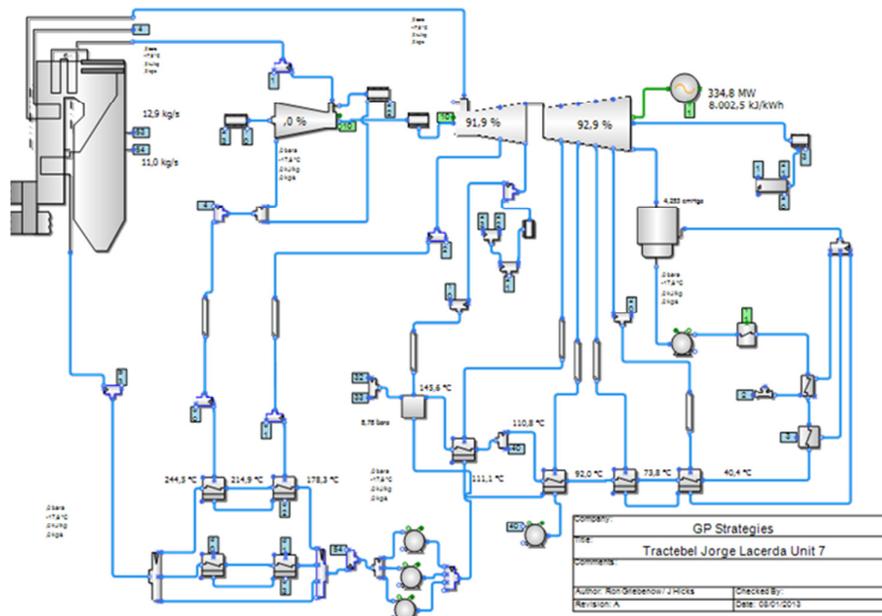


Figura 7 -Modelagem da UTLC no VirtualPlant (figura ilustrativa).

3.3. Manutenção do programa de melhorias

Como parte do programa de melhoria, uma revisão periódica do próprio programa fornecerá importantes insights sobre como o programa está funcionando e o que deve ser feito para mantê-lo. Um relatório semestral será divulgado, incluindo:

- Responsáveis pela eficiência de cada área, incluindo alterações (se houverem) entre os períodos;
- Documentação de alterações no programa, software ou método de análise de desempenho durante o período;
- Resultados de alterações recentes do programa;
- Detalhar os próximos treinamentos disponíveis e participantes esperados;
- Revisões do programa e resultados de projetos de eficiência, incluindo: (i) resultados financeiros de projetos de melhorias, (ii) resultados de alterações de métodos, controles e filosofias de operação no desempenho dos equipamentos e (iii) estimativa de melhorias com novas propostas de melhorias.

Um líder de eficiência deve ser indicado pela alta direção da empresa para cada área de atuação na unidade (DGT, TMST, ENG e CEUT). Dentre estes líderes, um deve ser responsável pela divulgação do relatório semestral. A sucessão destes responsáveis deve ser planejada e divulgada, com objetivo de não descontinuar o programa. Estes responsáveis não necessariamente devem trabalhar exclusivamente com eficiência. Devem possuir experiência em sua área e conhecimento/treinamento em eficiência energética e principalmente ter interesse pessoal nas melhorias de desempenho e redução do consumo de combustível.

A comunicação sobre o monitoramento e melhorias deve ser mantida aberta e bidirecional. O programa de melhorias deve balancear as necessidades da unidade, balanceando entre a disponibilidade, confiabilidade, flexibilidade e desempenho. A comunicação eficiente do programa e de seus resultados irá contribuir para o engajamento das equipes envolvidas, aumentando os adeptos ao programa.

3.3.1. ISO 50.001 – Gestão de Energia

Como parte da manutenção do programa de melhoria de desempenho, a ISO 50001 garante que o processo de gestão de energia seja executado de forma normatizada e com base na melhoria contínua.

A implantação de um sistema de gestão de energia promove melhorias no desempenho energético. Análise crítica e avaliações periódicas no sistema de gestão da energia identificam oportunidades de melhoria e implantação destas. O SGE permite que a organização determine o seu próprio ritmo, extensão e duração dos processos de melhoria contínua. Fatores econômicos e outros também são determinantes na determinação do ritmo, extensão e cronograma dos processos de melhoria contínua. Os conceitos de escopo e fronteiras permitem flexibilidade à organização para definir o que está incluso no SGE.

Apropriada a qualquer tipo e tamanho de organização, a ISO 50001 objetiva estabelecer e padroniza sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, inclui-se aí a eficiência energética, o uso e o consumo de energia. Sua implantação visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa e outros impactos ambientais associados. A norma especifica os requisitos de um sistema de gestão da energia (SGE), aos qual a organização pode desenvolver e implantar uma política energética, estabelecer objetivos, metas e planos de ação que considerem requisitos legais e informações relativas ao uso significativo de energia. Desta forma a organização estará habilitada pelo SGE no atendimento aos comprometimentos de sua política, tomar as devidas ações de melhoria de seu desempenho energético e demonstrar conformidade do sistema aos requisitos desta Norma. Possui elementos comuns às Normas ABNT NBR ISO de sistemas de gestão assegurando elevado nível de compatibilidade, principalmente com a ISO9001 e a ISO14001.

A ISO50001 especifica requisitos para o estabelecimento, a implantação, a manutenção e a melhoria de um sistema de gestão da energia, objetivando habilitar uma organização a seguir uma abordagem sistemática para atendimento da melhoria contínua de seu desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo de energia. Requisitos aplicáveis ao uso e consumo da energia, incluindo a medição, a documentação e a comunicação, práticas de projeto e a aquisição de equipamentos, sistemas, processos e pessoas que contribuem para o desempenho energético são especificados por esta Norma.

Aplicada a todas as variáveis que afetam o desempenho energético e que podem ser monitoradas e influenciadas pela organização. A Norma não estabelece critérios específicos de desempenho relacionados à energia. Esta norma pode ser utilizada independentemente ou integrar-se a outros sistemas de gestão. Esta Norma, assim como as demais da série ISO, baseia-se na estrutura de melhoria contínua Plan-Do-Check-Act (PDCA) e incorpora a gestão da energia nas práticas organizacionais diárias.

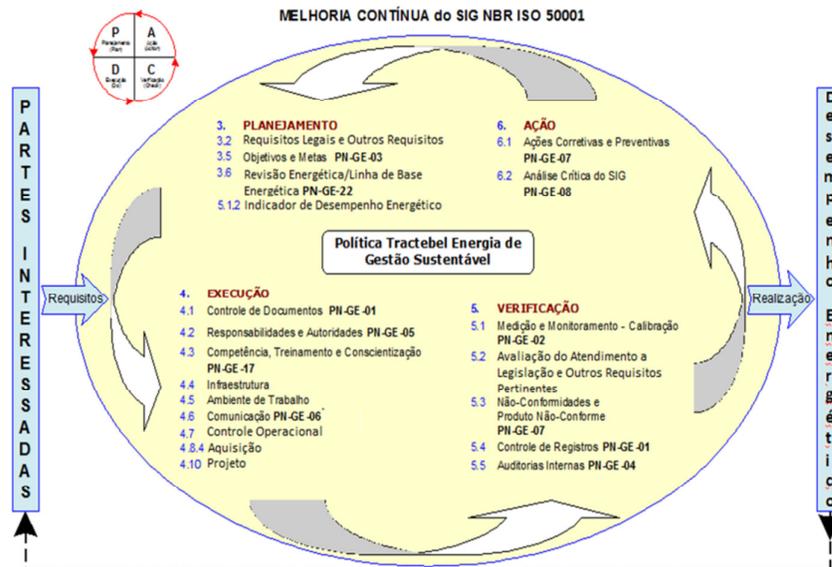


Figura 8 - Melhoria contínua aplicada a ISO50001 utilizada no Complexo Jorge Lacerda, base para as aplicações em UTE Pampa Sul.

Como requisito geral a norma preconiza que a organização deve:

- Estabelecer, documentar, implantar, manter e melhorar um sistema de gestão de energia (SGE) de acordo com os requisitos da Norma;
- Definir e documentar o escopo e as fronteiras do seu SGE;
- Determinar como serão atendidos os requisitos da Norma, cujo objetivo é atingir a melhoria contínua de seu desempenho energético e do seu SGE.

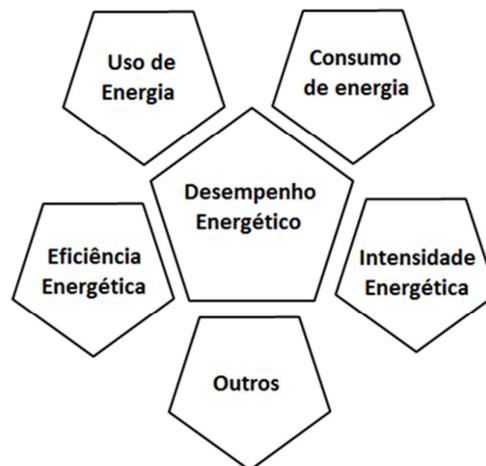


Figura 9 - Representação conceitual de desempenho energético.

A Tractebel Energia, de acordo com as características estabelecidas no requisito 4.3 da norma, estabelece a seguinte política energética:

“A Tractebel Energia se compromete em melhorar continuamente o desempenho energético do seu processo de geração, garantindo a disponibilidade de recursos e apoiando a aquisição de produtos, serviços e projetos para atingir metas energéticas mais eficientes. A Tractebel Energia compartilha esta Política com todas as partes interessadas.”

A organização deve estabelecer e documentar um processo de planejamento energético. Este planejamento deve estar de acordo com o que estabelece a política energética e garantir a melhoria contínua. O planejamento energético deve revisar as atividades que possam afetar o desempenho energético da organização.

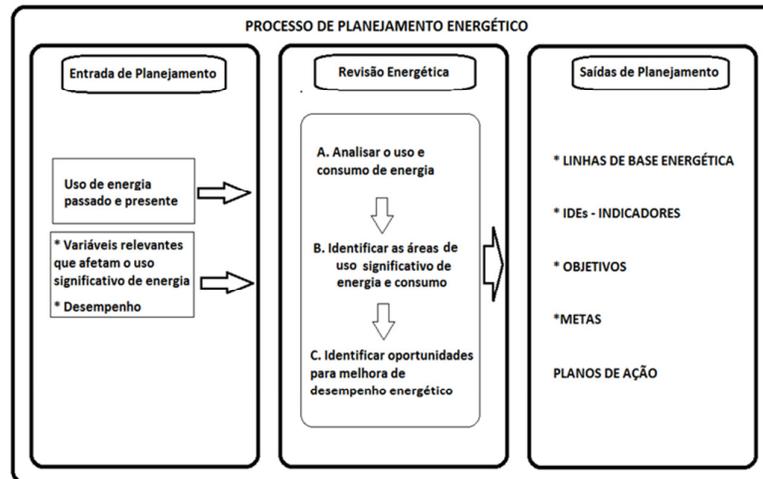


Figura 10 - Planejamento Energético.

A organização deve desenvolver, registrar e manter periodicamente uma revisão energética. O desenvolvimento da revisão energética necessita:

- Analisar o uso e consumo de energia com base em medições e outros dados, identificando as fontes de energias atuais e avaliando o seu uso e consumo atual e passado.
- Com base na análise do uso e consumo de energia, devem ser identificados todos os equipamentos, sistemas, processos, pessoal trabalhando para a organização ou em seu nome e outros processos que o afetem significativamente. Aqueles que apresentarem uso significativo devem ser medidos e o uso e consumo de energia futuros também devem ser estimados;
- Oportunidades de melhoria de desempenho energético devem ser identificadas, priorizados e registrados.

A organização deve estabelecer num período de tempo especificado, referência(s) quantitativa(s), que afetam o uso e/ou o consumo de energia, fornecendo uma base para comparação do desempenho energético, chamada de linha de base energética. Ela deve ser revista quando os indicadores não refletirem mais o uso e consumo de energia da organização, se houver mudanças expressivas em processos, nos padrões operacionais ou sistemas de energia ou de acordo com um método predeterminado. A Tractebel estabeleceu como linha de base, a média dos últimos cinco anos para os indicadores de desempenho energético classificados como de uso e consumo significativos.

A Tractebel Energia através do PN-GE-22 estabelece a metodologia para realização da Revisão Energética e a determinação das linhas de base energéticas. A figura 03 mostra resumidamente o procedimento para análise de significância de cada uso de energia identificado como entrada da revisão energética.

Quaisquer pessoas trabalhando para organização ou em nome dela, que estejam associadas aos usos significativos de energia devem ser competentes com base em apropriada educação, treinamento, habilidades ou experiência, de tal forma que estejam cientes da importância da conformidade com a política energética, procedimentos e requisitos do SGE; de suas funções, responsabilidades e autoridades para cumprimento dos requisitos do SGE; dos benefícios da melhoria do desempenho energético; e do impacto, real ou potencial, com respeito ao uso e consumo de energia, de suas atividades e como suas atividades e comportamentos contribuem para o cumprimento dos objetivos e metas energéticas e as potenciais consequências do desvio dos procedimentos especificados. A Tractebel já possui o PN-GE-17 que trata de competência, treinamento e conscientização que foi atualizado em julho deste ano para atendimento a este requisito da Norma ISO50001.

A organização deve comunicar internamente sobre seu desempenho energético e SGE de forma que qualquer colaborador possa fazer comentários ou sugestões de melhorias para o SGE. A comunicação externa sobre sua política energética, o SGE e o desempenho energético é uma opção que a organização deve decidir e se assim o fizer deve estabelecer e implementar um método para esta comunicação externa.

Informações, que podem ser em papel, meio eletrônico ou qualquer outro tipo, devem ser mantidas pela organização para descrever os elementos-chave do SGE e suas interações.

A documentação do SGE deve incluir o escopo, as fronteiras do SGE; a política energética; os objetivos, metas energéticas, planos de ação; documentos, incluindo registros, exigidos por Norma; e outros documentos determinados como necessários pela organização. A Tractebel, em função das outras Normas, já possui o PN-GE-01 que trata do controle de documentos e registros.

A organização deve considerar oportunidades de melhoria do desempenho energético e controle operacional no projeto de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados ou renovados, que possam ter impacto significativo em seu desempenho energético. Os resultados da avaliação de desempenho energético devem ser incorporados, onde apropriado, às atividades de especificação, projeto e aquisição do(s) relevante(s). Para atendimento a este requisito da Norma a Tractebel atualizou o documento CP-JU-012.

A organização deve informar aos fornecedores que a aquisição de serviços de energia, produtos e equipamentos que tenham ou possam ter impacto no uso significativo de energia, serão avaliados com base em desempenho energético. A organização deve estabelecer e implementar os critérios de avaliação de uso e consumo de energia e eficiência energética durante o tempo de vida útil planejado ou esperado na aquisição de produtos, equipamentos e serviços que consomem energia e dos quais é esperado impacto significativo no desempenho energético da organização.

3.3.2. Impactos ambientais e as emissões de gases de efeito estufa (GEE)

A eficiência de uma usina a carvão tende a se degradar com o tempo de operação, tendo em vista principalmente o desgaste e eventual mau funcionamento de equipamentos, assim como a perda de desempenho do sistema de controle e dos instrumentos de medições.

Quanto pior for a eficiência de uma determinada usina a carvão, maior será a relação de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)/MWh, uma vez que a usina nesta condição deve consumir mais carvão para gerar uma mesma determinada quantidade de energia elétrica.

As ações empregadas para manter a eficiência e, conseqüentemente, a relação GEE/MWh ao longo do tempo de operação da usina, estão diretamente relacionadas ao Programa de Melhoria de Desempenho Energético da usina.

A partir do monitoramento e identificação dos desvios de desempenho dos sistemas e/ou equipamentos da usina, assim como através das recomendações de manutenções dos fornecedores, ter-se á uma base de informações para se definir o plano de manutenção da usina, onde devem ser incluídas as correções, substituições, modernizações e melhorias nos equipamentos.

Portanto, em síntese, a aplicação deste plano de manutenção, baseado num Programa de Melhoria de Desempenho Energético, leva também à manutenção de suas desempenho relacionadas à taxa GEE/MWh.

Em todas as usinas da Tractebel são coletados os dados de Gases de Ar condicionado (HCFC, CFC, etc), combustão móvel, combustão estacionária, e até mesmo aqueles dados indiretos e com significância menor, como por exemplo: Fertilizantes, resíduos (potencial emissão de CH₄), viagens aéreas. O procedimento de coleta e a planilha de coleta que podem ser encontrados na IT-MA-GE-006. A partir destes dados, uma consultoria contratada elabora o Inventário de GEE. Esses dados também passam por Auditoria realizada por Organismos credenciados (SGS, PWC, etc.).

As emissões são aspectos ambientais que devem ser monitorados e controlados de acordo com a ISO 14001. Para isso, há um módulo de controle de qualidade (Aspectos e impactos ambientais), no qual são listados, por setor, por atividade, cada aspecto ambiental, associado ao impacto, classificação de significância e quais os controles ambientais que temos, para os aspectos significativos.

De acordo com o Plano anual de treinamentos, cada setor deve revisar seus aspectos e impactos, e caso identifiquem alguma necessidade (alteração, adição de um aspecto, etc.) devem comunicar o RA, o qual registra no sistema.

Os aspectos e impactos devem ser revisados a cada mudança de procedimento, novo equipamento, nova condição operacional, etc.

Programas de Gestão Ambiental são requisitos da ISO 14001, onde a organização deve estabelecer, programar e manter objetivos e metas ambientais documentados, nas funções e níveis relevantes dentro da organização. Os objetivos e metas devem ser mensuráveis, quando exequível, e coerentes com a política ambiental, incluindo-se os comprometimentos coma prevenção de poluição, com o atendimento aos requisitos legais e outros requisitos subscritos pela organização e com a melhoria contínua.

Ao estabelecer e analisar seus objetivos e metas, uma organização deve considerar os requisitos legais e outros requisitos por ela subscritos, e seus aspectos ambientais significativos. Deve também considerar suas opções tecnológicas, seus requisitos financeiros, operacionais, comerciais e a visão das partes interessadas.

A organização deve estabelecer, implantar e manter programas para atingir seus objetivos e metas. Os programas devem incluir:

- a) atribuição de responsabilidade para atingir os objetivos e metas em níveis em cada função e nível pertinente da organização, e ;
- b) os meios e o prazo no qual eles devem ser atingidos.

4. Auditorias internas

Auditorias internas devem ser conduzidas pela organização em intervalos planejados para garantir que o SGE:

- Esteja em conformidade com as ações planejadas para a gestão da energia, incluindo os requisitos normativos;
- Esteja em conformidade com os objetivos e metas energéticas estabelecidas;
- Seja efetivamente implantado e mantido e melhore o desempenho energético;

A organização deve tratar não conformidade(s) existente(s) e potencial(is) por meio de correções e tomando ações corretivas e preventivas, incluindo:

- Análise críticas de não conformidades ou potenciais não conformidades;
- Determinação das causas de não conformidades ou potenciais não conformidades;
- Avaliação da necessidade de ações para assegurar que não conformidades não ocorram ou se repitam;
- Determinação e implantação de ações necessárias apropriadas;
- Manutenção de registros de ações corretivas e preventivas;
- Análise crítica da efetividade das ações corretivas e preventivas tomadas;

A Tractebel trata as não conformidades, ações corretivas e preventivas e produto não conforme através do PN-GE-07.

Deve ser mantido pela organização registros conforme necessários para demonstrar conformidades aos requisitos de seu SGE e a esta Norma e aos resultados de desempenho energético alcançado. Controles para identificação acesso e retenção de registros devem ser mantidos. A Tractebel utiliza o PN-GE-01 para o controle de documentos e registros.

A auditoria interna deve incluir as seguintes atividades:

- Obter dados de projeto e dos modelos de desempenho;
- Revisar os registros de manutenção para problemas conhecidos, documentados e/ou solucionados;
- Discutir com equipes de operação e manutenção para determinar outros potenciais de melhorias que não estão documentados;

- Inspeccionar a unidade durante a operação para revisar a isolamento do ciclo, tomar notas e observar qualquer potencial de redução de desempenho;
- Revisar registros de inspeções focadas no desempenho de equipamentos ligados diretamente à produção;
- Obter e analisar dados de operação e a variação dos KPI's de desempenho entre os períodos de auditoria, comparando os dados entre os resultados históricos, meta e de projeto.
- Identificar oportunidades de melhoria e estimar potenciais ganhos de desempenho.

Durante a auditoria, os seguintes testes/inspeções devem ser realizados:

- Inspeção do ciclo térmico:
 - Perdas de calor para o condensador;
 - Drenos e purgadores;
 - Aquecedores de água de alimentação:
 - Operacionalidade dos controladores de níveis;
 - Drenos;
 - Desaeradores de válvulas de segurança;
 - By-pass;
- Inspeção moinhos:
 - Ajustes de elementos de moagem;
 - Ajustes de pistas;
 - Cone de descida de carvão;
 - Classificador;
 - Comportas de ar;
 - Portas de rejeito;
- Eficiência caldeira;
- Eficiência ciclo térmico;
- Eficiência turbina (enthalpy-drop);
- Eficiência condensador;
- Eficiência torre de arrefecimento;
- Eficiência pré-aquecedor de ar de combustão;
- Eficiência moinhos;
- Eficiência bombas;

5. Comunicação dos resultados

Um ingrediente chave para o sucesso do programa de melhoria de desempenho é o fluxo contínuo e livre de informações dentro da estrutura da empresa. A comunicação deve ocorrer a partir da alta direção, bem como das equipes operacionais. A gerência deve deixar claro seu apoio à melhoria de desempenho a todos os níveis da organização. Eles também devem traduzir os objetivos gerais da empresa em metas específicas para o entendimento das equipes, além de fornecer orientações claras para alcançar essas metas de melhoria de desempenho. O responsável pelo programa de cada área deve ser consultado para fornecer informações sobre os caminhos e opções disponíveis para alcançar esses objetivos.

Os responsáveis pelo programa também possuem a responsabilidade de assegurar que a informação flua a partir da usina para os gerentes. A gerência deve obter informações da eficiência da unidade, a fim de tomar decisões sobre questões que afetam o desempenho da usina. Dados relativos ao desempenho devem ser consolidados e relatados regularmente para a alta gerência em um formato que pode ser facilmente interpretado. Além disso, devem aproveitar todas as oportunidades para "divulgar" o sucesso do seu programa. Existem vários mecanismos que provaram ser eficazes na melhoria do fluxo de informações de desempenho dentro da empresa, incluindo:

- Reuniões periódicas para apresentação de resultados: discutir questões relacionadas com o desempenho. O programa de monitoramento terá melhores resultados se incluído em reuniões de programação, onde outros aspectos da planta, tais como atividades de manutenção e horários de despacho são discutidas para o maior compartilhamento de

informações relacionadas. Resultados da reunião devem ser divulgados em todos os níveis hierárquicos;

- Relatórios de resultados - Os relatórios periódicos (semestrais) sobre o progresso da unidade em direção às metas de melhoria de desempenho devem ser compilados e compartilhados com o maior número de pessoas possível. O relatório de resultados pode comparar o desempenho real da planta com o melhor desempenho possível, ou com as metas que foram estabelecidas para a unidade. Recomendações de alterações em equipamentos ou procedimentos também podem ser incluídas no relatório. Relatórios periódicos devem apresentar os dados de uma forma que seja facilmente compreendido e utilizado. O formato em que os dados são apresentados deve permitir monitorar o progresso dos objetivos da unidade, departamento e da empresa.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 50001:2001 - Sistemas De Gestão Da Energia - Requisitos Com Orientações Para Uso.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. Heat Rate Improvement Program Guidelines. 2012.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. Heat Rate Improvement Reference Manual. 1998.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE. Routine Performance Test Guidelines. 2009

Anexo I - Descrição da unidade

A ser preenchido com a finalização do projeto.

Anexo II - Árvores de decisão para identificação de causa-raiz

A ser preenchido com a finalização do projeto.