

## **DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA O MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÃO EM UMA CENTRAL DE ÁGUA GELADA ATRAVÉS DE DADOS EM TEMPO REAL**

**André da Silva Mendes, [andre.mendes@fieb.org.br](mailto:andre.mendes@fieb.org.br)<sup>1</sup>**  
**Alex Álisson Bandeira Santos, [alex.santos@fieb.org.br](mailto:alex.santos@fieb.org.br)<sup>1</sup>**  
**Adelson Fábio Santos Correia, [fabiocorreira@fieb.org.br](mailto:fabiocorreira@fieb.org.br)<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC, Avenida Orlando Gomes, 1845, Salvador/BA/Brasil, 41.650-010

**Resumo:** Atualmente a eficiência de processos industriais e de fornecimento de utilidades é imperativa para a sustentabilidade e economicidade dos negócios de atividades industriais. O controle em tempo real de equipamentos, unidades e processos cada vez mais se torna imperativo para a garantia da fidedignidade dos dados, que servirão para a tomada de decisão, seja para algum ajuste operacional como também para a definição de políticas de manutenção. Em sistemas de utilidades de produção de água gelada, composta em especial por chillers e bombas – que possui grande aplicação em indústrias de manufatura, shoppings e hotéis – este tipo de metodologia é pouco usado, sendo utilizado acompanhamento de campo como também atividades de manutenção tradicionais para o monitoramento dos sistemas. A proposta do trabalho é a criação das bases para a implantação de metodologia de monitoramento de sistemas de água gelada – tendo como base um sistema de água gelada de um centro de pesquisa localizado em Salvador/BA – com vistas ao monitoramento operacional, e possíveis indicativos de necessidades de manutenção, através da arquitetura Process Information Management System (PIMS). Foi utilizada a ferramenta de mercado PI (Plant Information) da OSI Soft, na qual foram definidos os pontos de controle, customização de dados e indicadores, e, por fim, criando um ambiente de informações para a tomada de decisão de gerenciamento de processos a partir de dados obtidos em tempo real.

**Palavras-chave:** PIMS, PI, tomada de decisão.

### **1. INTRODUÇÃO**

Em meados do século XVII ocorreu na Inglaterra uma grande revolução tecnológica que designou um processo de profundas transformações econômico-sociais caracterizando-se pela passagem da produção artesanal à produção mecanizada, esta revolução ficou conhecida historicamente como a 1ª Revolução Industrial. Com a introdução de máquinas fabris no processo, o rendimento do trabalho se multiplica e há um aumento na produção global. A Inglaterra ganha projeção mundial perante o continente europeu e sai na frente na expansão colonial. A Revolução tornou os métodos de produção mais eficientes, reduzindo os custos e estimulando o consumo. (SILVEIRA & SANTOS, 1998).

A segunda fase da revolução industrial ocorreu entre os anos de 1860 a 1914, caracterizada pela consolidação da Inglaterra como um país industrializado. De certa forma o crescimento econômico traz a concorrência e o aumento na indústria de bens de produção tornando o mercado competitivo. As principais mudanças ocorridas no processo produtivo nesta época foram à utilização de novas formas de energia, a exemplo da energia elétrica e derivadas do petróleo, além do aparecimento de novos produtos químicos e a substituição do ferro pelo aço. Nesta fase formaram-se as grandes empresas, algumas das quais deram origem às multinacionais do século XX. (SILVEIRA & SANTOS, 1998).

No início da década de 60 na divisão de hidráulicos da General Motors Corporation (GM), foi especificado um mini-computador cuja aplicação era voltada para a área de processos. Com este equipamento era permitido realizar programação por recursos de software e em conjunto com periféricos de entrada e saída, era capaz de executar lógicas de processo que atendiam a modelos pré-definidos. Desta forma surgiu a primeira geração de Controladores de Lógica Programável (CLP). (SILVEIRA & SANTOS, 1998).

Na década de 1990, vivenciou-se um período impulsionado pela tecnologia e principalmente pelo surgimento de novas Tecnologias de Informação (TI). A TI têm causado profundas transformações nas organizações em todo o mundo, promovendo revoluções em diversas áreas, dentre elas, a Automação Industrial. Hoje, plantas de processos

petroquímicos encontram-se totalmente automatizadas, com a mínima interferência humana. (SILVEIRA & SANTOS, 1998).

Com seu surgimento na indústria de processos contínuos, mais propriamente na indústria química e petroquímica, o *Process Information Management System* (PIMS) é apresentado como uma solução direta para resolver problemas de fragmentação de dados, armazenamento das informações geradas através dos sistemas supervisórios, além de proporcionar uma visão unificada do processo através da facilidade de acesso às informações. (SEIXAS & SZUSTER, 2003).

Este sistema é caracterizado pela capacidade de coletar e centralizar dados de diferentes unidades de plantas industriais transformando-o em uma única base de dados de armazenamento. Os dados são disponibilizados a diferentes níveis de usuários sob a forma de aplicações de alto valor para monitoramento e análise do processo de produção. (SEIXAS & SZUSTER, 2003).

As informações operacionais da planta industrial, cujo valor agregado é importante para a tomada de decisões na camada de gestão, não ocorriam de uma forma otimizada e regular, causavam um impacto considerável na camada de gestão. Com a implementação do PIMS os dados passariam a ser coletados e disponibilizados em tempo real, promovendo resultados mais eficientes e de forma ágil para a companhia. (SÁ BARRETTO, 2006).

A capacidade do PIMS de coletar dados de todas as áreas de uma planta, e disponibilizá-los para qualquer tipo de aplicação, faz dele um grande difusor de informações ao longo dos vários níveis organizacionais dentro da empresa. Através de uma série de mecanismos e aplicativos, a informação dentro da corporação é democratizada. Dados, anteriormente disponíveis apenas onde eram gerados, estão agora acessíveis a qualquer pessoa, devidamente autorizadas dentro da corporação. O PIMS fornece ferramentas de acesso remoto e pela internet. Sem a massa de dados de processo fornecida pelo PIMS, pode se tornar inviável implementar sistemas de gestão nas camadas superiores que convertam dados em informações de negócio.

Algumas plantas de processo dispõem de diversos supervisórios heterogêneos formando “ilhas de informação”, ou seja, não existe uma integração entre os supervisórios. E como estas informações são geradas e atualizadas em tempo real, a análise dos dados por parte dos engenheiros de processos ou até mesmo dos operadores da planta é dificultada. Desta forma, este projeto é de suma importância no âmbito tecnológico, pois traz como proposta uma arquitetura de centralização dos dados de diversos supervisórios heterogêneos e a concentração destas informações em uma única base de dados, facilitando a análise e tomada de decisões sobre processos produtivos.

Os trabalhos da área de Automação e TI possuem como foco de atuação temas que abrangem diversos níveis hierárquicos dentro da organização, substituindo antigos métodos manuais pelos eficientes métodos automatizados.

A capacidade do PIMS de coletar dados de todas as áreas de uma planta, e disponibilizá-los para qualquer tipo de aplicação, faz dele um robusto repositório de dados, possibilitando que as informações alcancem vários níveis organizacionais dentro da empresa. Através de uma série de mecanismos e aplicativos, a informação dentro da corporação é democratizada. Dados, anteriormente disponíveis apenas localmente, estão agora acessíveis a qualquer pessoa, devidamente autorizadas dentro da corporação. O PIMS fornece ferramentas de acesso remoto.

A maioria das plantas de processos industriais dispõe de um sistema supervisório, nos quais o período de historiamiento dos dados é muito limitado ou quase nunca existe dependendo do fornecedor do sistema. Com a impossibilidade do armazenamento destas informações se torna praticamente inviável qualquer tipo de análise no futuro.

Desta forma esta pesquisa é de suma importância no âmbito tecnológico, pois traz como proposta uma arquitetura de historiamiento de dados, possibilitando a concentração das informações em uma base de dados temporal, facilitando a análise e tomada de decisões sobre processos produtivos em longo prazo.

Os historiadores de processo, nada mais são que bancos de dados temporais, e devido a seus eficientes algoritmos de exceção e compressão, são capazes de armazenar dados por longos períodos de tempo, a um custo relativamente baixo, uma de suas características é a rapidez na recuperação dos dados históricos armazenados. Através dos historiadores, se torna possível que as companhias eliminem ou unifiquem as chamadas “ilhas de automação”, permitindo uma redução de tempo e custos na obtenção ou integração de informações dos processos industriais, oriundas dos controladores e unidades supervisórias. Com a utilização do software PIMS, as empresas podem impulsionar seus negócios de forma integrada e em tempo real, tornando possível ainda, preparar relatórios e compartilhar informações através de recursos na WEB. (SÁ BARRETTO & FERREIRA, 2007; TORRES & SANTOS & FONSECA, 2006; DANG, 2007).

O PIMS está classificado como um sistema de nível três da pirâmide de automação, historiando informações oriundas de diferentes fontes de dados, formando séries históricas dos valores das variáveis dos processos industriais possibilitando a visualização dos dados em tempo real e ainda integrar informações em todos os níveis da pirâmide. (SÁ BARRETTO, 2006).

Pode-se classificar uma série histórica, como um processo da quantificação numérica gerada através do historiamiento de dados de forma cronológica. A característica mais importante destes tipos de dados é que através de uma abstração de regularidades contidas nos fenômenos observáveis de uma série temporal, existe a possibilidade de se construir um modelo matemático como uma representação simplificada da realidade. Fatores complicadores, como presença de tendências e variações sazonais ou cíclicas, podem ser difíceis de estimar ou remover. A seleção de modelos pode ser bastante complicada, e as ferramentas podem ser de difícil interpretação. (EHLERS, 2003; SA BARRETTO, 2009)

A representação gráfica dos dados ao longo do tempo é de fundamental importância para futuras análises e pode revelar padrões de comportamento importantes. Tendências de crescimento (ou decréscimo), padrões cíclicos, alterações estruturais, observações aberrantes, são muitas vezes facilmente identificados. A análise dos dados das séries temporais é fundamental no apoio à tomada de decisões e para definição de estratégias, quer seja a nível empresarial, financeiro entre outros. (EHLERS, 2003).

Em sistemas de utilidades de produção de água gelada, composta em especial por chillers e bombas – que possui grande aplicação em indústrias de manufatura, shoppings e hotéis – a utilização do PIMS e historiamento é pouco usada, sendo utilizado acompanhamento de campo como também atividades de manutenção tradicionais para o monitoramento dos sistemas. O trabalho se propõe na criação das bases para a implantação de metodologia de monitoramento de sistemas de água gelada – tendo como base um sistema de água gelada de um centro de pesquisa localizado em Salvador/BA – com vistas ao monitoramento operacional, e possíveis indicativos de necessidades de manutenção, através da arquitetura Process Information Management System (PIMS).

Desta forma este trabalho fará uma análise crítica, através do desenvolvimento de uma metodologia para o monitoramento do sistema com dados em tempo real, de como os ganhos decorrentes da aplicação de uma arquitetura integrada e consolidada utilizando o PIMS promovem a agilidade e qualidade no fluxo das informações disponibilizando os dados em um único portal de informações para o nível de gestão de uma empresa no controle da utilidade de água gelada.

## 2. SISTEMA DE ÁGUA GELADA EM ESTUDO E OS EQUIPAMENTOS PARA MONITORAMENTO

O sistema de água gelada – instalado em um centro de tecnologia em Salvador/BA – a ser monitorado foi projetado para atender uma área de cerca de 16.000 metros quadrados de salas de aulas, escritórios e laboratórios. O mesmo é composto de dois chillers de 130 TR (equipamentos que produzem a água gelada) de capacidade cada, seis bombas de água gelada primárias e secundárias.

Para o monitoramento do sistema em tempo real foram definidos os equipamentos a serem monitorados com foco na integridade do sistema e na eficiência do sistema. Os equipamentos definidos para o monitoramento para a implantação da metodologia foram:

1. Bombas de água gelada.
2. Evaporadores dos chillers.
3. Compressores dos chillers.
4. Motores elétricos dos compressores.

## 3. TAGS DE MONITORAMENTO

Para o monitoramento do sistema em tempo real foram definidos os tags de monitoramento conforme arquitetura PIMS. Os tags de monitoramento, que correspondem a algumas variáveis de processo, foram desdobrados a partir dos equipamentos a serem monitorados, determinados com foco na integridade do sistema e na eficiência do sistema. Os tags de monitoramento foram estabelecidos na Tabela 1:

**Tabela 1: TAGS de monitoramento.**

Item	TAG	Função
1	Entrada água gelada evaporador	Integridade/ eficiência energética
2	Saída água gelada evaporador	Eficiência energética
3	Corrente elétrica dos compressores	Integridade
4	Corrente elétrica dos motores das bombas	Integridade
5	Temperatura do fluido refrigerante na entrada do evaporador	Eficiência energética
6	Temperatura do fluido refrigerante na saída do evaporador	Eficiência energética
7	Temperatura do fluido refrigerante na saída do compressor	Eficiência energética
8	Pressão do fluido refrigerante na entrada do evaporador	Eficiência energética
9	Pressão do fluido refrigerante na saída do compressor	Eficiência energética
10	Pressão de entrada na sucção de cada bomba	Integridade
11	Pressão saída de cada bomba	Integridade

#### 4. METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta consiste na utilização dos dados coletados dos sistemas supervisórios dos equipamentos e central de água gelada, que serão historiados através do sistema PI (*plant information*) da OSI Soft. O historiamto decorre do armazenamento de informações em servidores e a partir desses dados são projetados dados de monitoramento e controle em tempo real para a avaliação de integridade de sistemas como também de eficiência energética para a tomada de decisão de implementação de processos de manutenção, melhoria de metodologias de operação com também para a decisão de troca de algum equipamento do sistema. O objetivo é transformar dados brutos de monitoramento, em informação e posterior conhecimento dos sistemas para a melhoria de tomada de decisão gerenciais.

A partir dos dados coletados nos TAGS a metodologia proposta identificará através de alarmes estabelecidos no sistema PI quando e onde o sistema deve ser corrigido para a garantia da integridade e eficiência energética de seus componentes. Para tanto, as variáveis e equipamentos serão monitorados em tempo real conforme exemplos das figuras 1 e 2, que apresentação as informações aos gestores em terminais de internet, smartphones ou computadores ligados a servidores do PI para a tomada decisão, baseada nos critérios estabelecidos da implantação do PI.

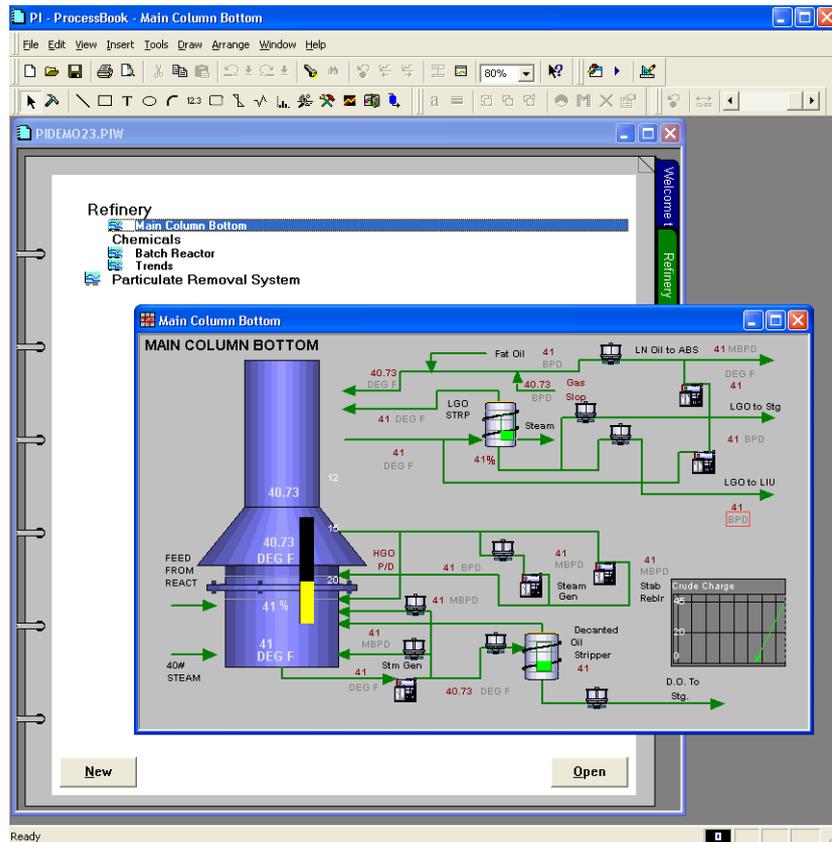


Figura 1: Exemplo de tela de monitoramento on-line no *Plant Information (OSI Soft)*.

Os passos da metodologia a ser implantada – tendo como ferramenta a plataforma PI –, a partir do conceito de PIMS consistem dos seguintes passos:

1. Seleção dos equipamentos a serem monitorados (conforme item 2).
2. Identificação dos TAGS (conforme item 3).
3. Estabelecimento do tempo de armazenamento dos dados para definição de servidores e avaliação de tendência/comportamento do TAG.
4. Seleção dos critérios de aceitação das variáveis de processo (TAGS).
5. Definição dos indicadores para monitoramento da aceitação.
6. Definição e criação de alarmes para a tomada de decisão no PI.

A partir desses passos foi estabelecida uma plataforma de implantação preliminar que segue na Tabela 2:

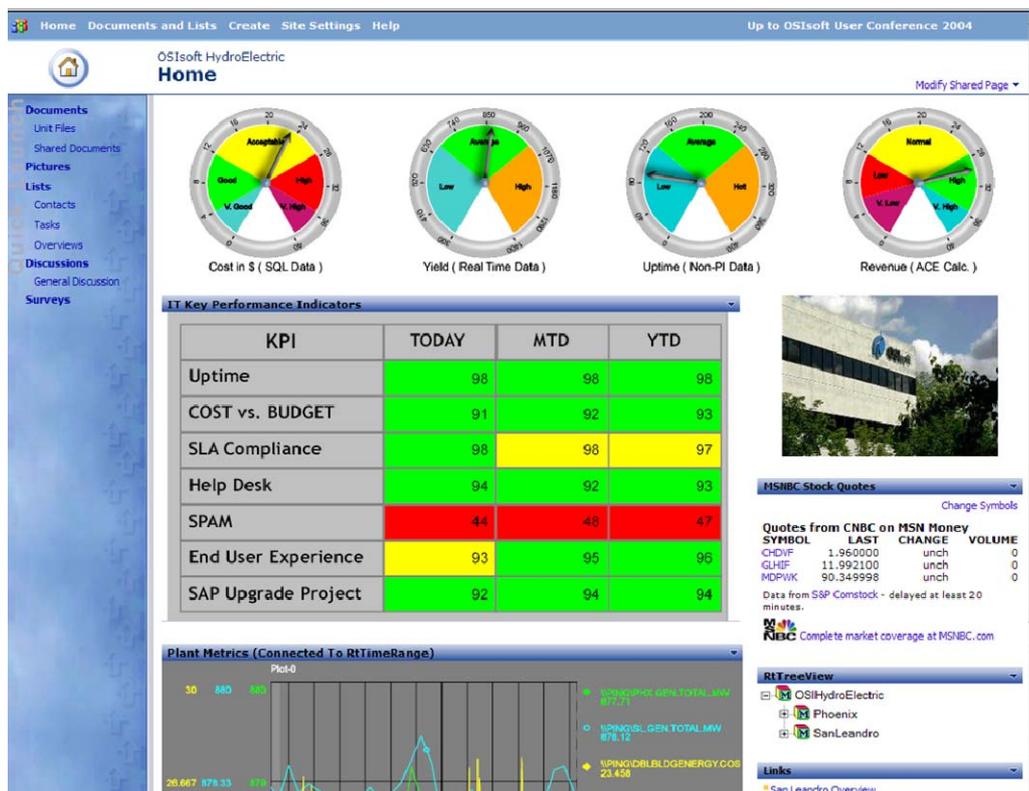


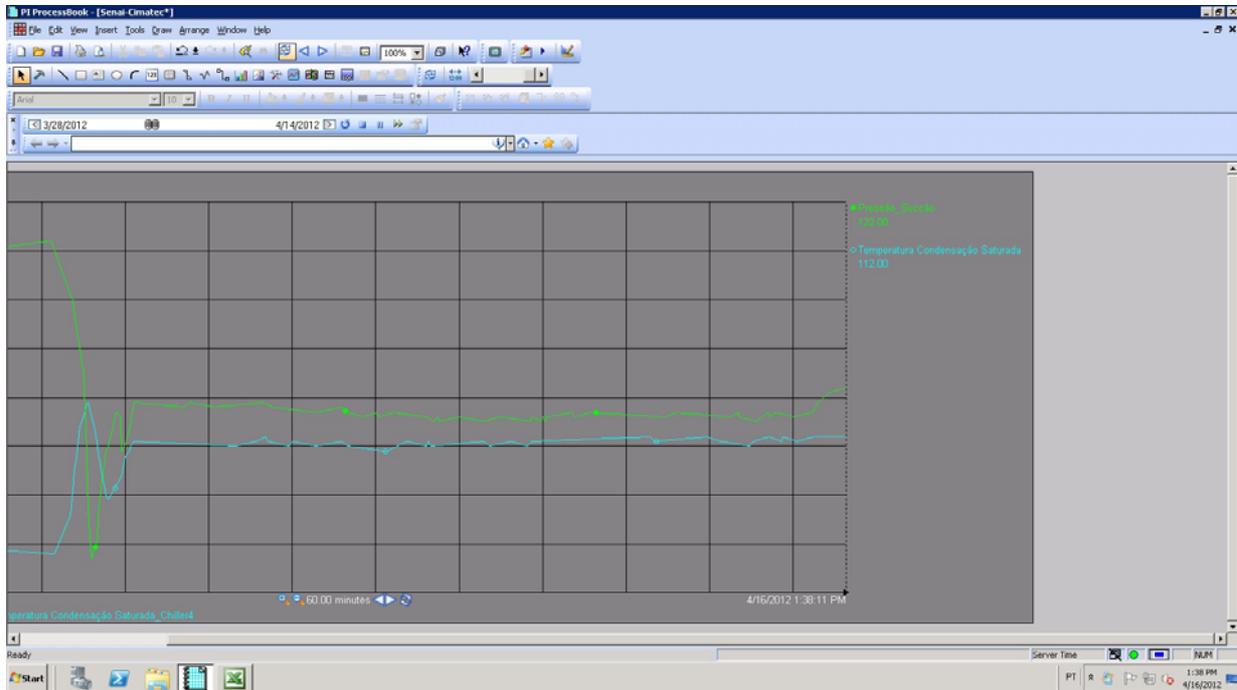
Figura 2: Exemplo de tela de indicadores para a tomada de decisão on-line no *Plant Information (OSI Soft)*.

Tabela 2: Plataforma preliminar para o monitoramento do sistema de água gelada.

Equipamento	TAG	Tempo armazenamento	Critério de Aceitação	Indicadores
Evaporador	Temperatura entrada fluido	1 ano	Especificação fabricante	Temperatura Fluido
	Temperatura saída fluido	1 ano	Especificação fabricante	Temperatura Fluido
Compressor	Temperatura de entrada água gelada	6 meses	Até 10oC	Temperatura Água
	Temperatura de saída de água gelada	6 meses	Até 6oC	Temperatura Água
Bomba	Pressão do fluido na entrada evaporador	1 ano	Especificação fabricante	Pressão Fluido
	Corrente elétrica	1 ano	Especificação fabricante	Corrente Elétrica
Bomba	Pressão do fluido refrigerante na saída do compressor	1 ano	Especificação fabricante	Pressão Fluido
	Pressão de entrada na sucção de cada bomba	6 meses	Especificação fabricante	Pressão Água
	Pressão saída de cada bomba	6 meses	Especificação fabricante	Pressão Água
	Corrente elétrica dos motores das bombas	1 ano	Especificação fabricante	Corrente Elétrica

O monitoramento on-line dos TAGs associado a uma análise de tendência e dos alarmes do sistema permitirá aos gestores um maior acesso a dados para a tomada de decisão. Baseado nesse tipo de dados, por exemplo, se as temperaturas de entrada e saída do evaporador estiverem próximas aos pontos de alarme definidos, permitirá ao gestor

identificar uma possível obstrução no equipamento, o que fará com seja programada uma limpeza assegurando a integridade e eficiência energética do equipamento. Ou seja, tomada de decisão em tempo real, com a tendência ao dano sendo monitorada a cada minuto trazendo muito mais segurança na informação ao gestor. Uma metodologia de monitoramento on-line bem estabelecida trará ganhos de produtividade na operação e manutenção de sistemas de refrigeração, trazendo maiores subsídios para uma tomada de decisão mais acertada. A figura 3 apresenta o início do monitoramento do sistema dentro do centro de pesquisa para dois importantes indicadores.



**Figura 3: Tela preliminar de monitoramento de dois indicadores utilizados para a tomada de decisão on-line no Plant Information (OSI Soft).**

Com o início da coleta de dados e monitoramento do sistema pretende-se suprir de informação detalhada e acessível aos gestores para a tomada de decisão a partir de dados on-line, algo ainda não encontrada nesse tipo de sistema de produção de água gelada, o que permitirá sair da tomada de decisão baseada em dados anteriores e experiência dos operadores e gestores para a tomada de decisão em tempo real, o que ocorre em grandes empresas do setor industrial. A utilização da metodologia como base no PIMS/PI trará inovação ao gerenciamento da produção e manutenção de sistemas de água gelada trazendo melhoria nas tomadas de decisão, e por consequência acarretando uma maior lucratividade a setores e indústrias que utilizam esse tipo de sistema.

## 5. CONCLUSÕES

A metodologia PIMS é uma ferramenta poderosa para o monitoramento e tomada de decisão em qualquer sistema de produção industrial. A utilização de softwares baseados em dados em tempo real é bastante interessante para a melhoria da eficiência da tomada de decisão de gestores.

Percebe-se com o desenvolvimento da metodologia proposta que a adoção dessa técnica em sistemas de produção de água gelada muito comum em hotéis, shoppings e indústrias, permitirá aos seus gestores um melhor monitoramento da integridade e da eficiência energética, o que traga ganhos econômicos as instituições que possuem esses tipos de sistemas, saindo da tomada de decisão a partir de dados brutos não devidamente analisados para a tomada de decisão a partir do conhecimento das informações de forma mais adequada a partir do PI.

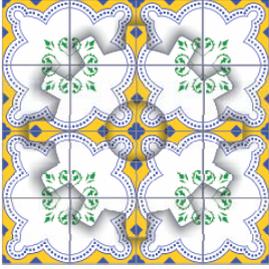
## 6. REFERÊNCIAS

- Dang, T., 2007, "Integration of Power Plant information system with Business information system in the open electricity market: challenges and solutions", IEEE - 5th International Conference on Industrial Informatics. vol. 2, pp. 1209-1213.
- Ehlers, R., 2003, "Análise de séries temporais", Disponível em: <http://www.icmc.usp.br/~ehlers/notas/stemp.pdf> Acesso em 29 Dez 2009.
- Sá Barretto, S., 2006, "Automação Integrada na Petrobras: Disponibilização de Informações de processo industrial em arquitetura aberta", Faculdade Ruy Barbosa, Salvador.

- Sá Barretto, S., 2009, “Desenvolvimento de Metodologia para Atualização em Tempo Real de Modelos Matemáticos de Processos Decisórios”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Sá Barretto; S., Ferreira, C. V., 2007, “Estrutura Analítica de Projeto (EAP) para projetos infra-estruturais em automação industrial integrada”, II Congresso Brasileiro de Gerenciamento de Projetos, CD Anais do Congresso.
- Seixas Filho, C. e Szuster, M., 2003, “Programação concorrente em ambiente Windows - Uma visão de automação”, Ed. UFMG.
- Silveira, P. R., Santos, W. E, 1998, “Automação e Controle Discreto”, Ed. Érica, 5 ed.
- Torres, B. S., Santos, D. G. dos, Fonseca, M. de O., 2005, “Implementação de estratégias de controle multimalha utilizando a norma IEC 61131-3 e ferramentas PIMS”, Disponível em:<[http://plcopen.org/pc2/Implementing\\_Multiloop\\_Control\\_Strategy\\_using\\_IEC61131.PDF](http://plcopen.org/pc2/Implementing_Multiloop_Control_Strategy_using_IEC61131.PDF)>. Acesso em: 06 nov. 2005.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



## DEVELOPMENT OF METHODS FOR MONITORING AND DECISION- MAKING IN A CHILLED WATER SYSTEM THROUGH REAL TIME DATA

André da Silva Mendes, [andre.mendes@fieb.org.br](mailto:andre.mendes@fieb.org.br)<sup>1</sup>  
Alex Álisson Bandeira Santos, [alex.santos@fieb.org.br](mailto:alex.santos@fieb.org.br)<sup>1</sup>  
Adeilson Fábio Santos Correia, [fabiorcorreia@fieb.org.br](mailto:fabiorcorreia@fieb.org.br)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SENAI CIMATEC, Orlando Gomes Avenue, Salvador/BA/Brazil, 41.650-010

**Abstract.** *Currently the efficiency of industrial processes and supply of utilities is imperative for the sustainability of business and economy of industrial activities. The real-time control of equipment, units and processes becomes increasingly imperative for ensuring the reliability of data, which would assist in decision making, either for any operational adjustment but also to the definition of maintenance policies. Utility systems in the production of chilled water, made especially by chillers and pumps - which has wide application in manufacturing industries, shopping malls and hotels - this type of methodology is rarely used, being used for field monitoring as well as traditional maintenance activities for monitoring systems. Our purpose is to create the basis for the implementation of the monitoring methodology for chilled water systems - based on a chilled water system for a research center in Salvador / BA - with a view to operational monitoring, and possible indicators maintenance requirements, through architecture Process Information Management System (PIMS). We used a marketing tool PI (Plant Information) of the OSI Soft, which were defined control points, customization of data and indicators, and finally, creating an environment of information for management decision making processes to from data obtained in real time.*

**Keywords:** *PIMS, PI, decision-making.*