



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**ESCOLA DE MINAS**  
**COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE**  
**CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU**



**RÉRISON OTONI ARAÚJO**

**SAÚDE E GERENCIAMENTO DE ATIVOS UTILIZANDO DADOS DO *PROCESS***  
***INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM (PIMS)***

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**  
**DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**Ouro Preto, 2014**

RÉRISON OTONI ARAÚJO

SÁUDE E GERENCIAMENTO DE ATIVOS UTILIZANDO DADOS DO *PROCESS*  
*INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM* (PIMS)

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Adrielle de Carvalho Santana

Colaborador: Siderlei Carvalho Ribeiro Santos

Ouro Preto

Escola de Minas – UFOP

Dezembro/2014

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais por me proporcionarem a oportunidade de estudar, me apoiando e me dando força. Aos meus irmãos por me fazerem de espelho e com isso sempre tentar dar o meu melhor a fim de ser um exemplo para eles. Agradeço a minha namorada Thayane pelo apoio, incentivo e cobrança para a finalização deste trabalho. A minha orientadora Adrielle, pelo incentivo, dedicação e atenção durante a realização deste trabalho, agradeço a Universidade Federal de Ouro Preto pelo ensino de qualidade. Agradeço também a VALE e toda a equipe de Automação, não só por me conceder este trabalho, mas também pelo conhecimento absorvido durante este ano. Agradeço especialmente ao Engenheiro Siderlei Santos pelo total apoio durante a realização deste trabalho e durante todo o tempo de estágio na VALE. Por fim agradeço a República Tarja Preta pelos amigos, aprendizados e histórias vividas durante todo esse período acadêmico.

*"Todos podem ver as táticas de minhas conquistas, mas ninguém consegue discernir a estratégia que gerou as vitórias"*

(Sun Tzu)

## **RESUMO**

Neste trabalho desenvolveu-se uma aplicação para avaliar a saúde dos ativos de uma empresa, ou seja, de qual maneira os instrumentos de campo avaliados estão trabalhando. O trabalho desenvolveu-se na empresa VALE na mina de Alegria em Mariana-MG. Foram avaliados os instrumentos por meio de critérios calculados a partir de técnicas estatísticas, práticas e de conhecimento comum. Primeiramente foram escolhidos alguns instrumentos para teste e estes foram padronizados de acordo com a norma ISA 5.1. Em seguida, geraram-se os critérios de avaliação a partir dos dados coletados por meio do PIMS que são então organizados e calculados com a ajuda do MS Excel. Após definir os critérios desenvolveu-se uma interface no próprio MS Excel e por meio de um servidor, o trabalho funciona online no sistema web da VALE a fim de gerar informação para uma atuação mais rápida na manutenção corretiva, além de indicar melhorias no processo.

Palavras chave: Instrumentos, PIMS, Gestão de ativos.

## **ABSTRACT**

In this work was developed an app to evaluate the health of the assets of a company, in other words, which way the evaluated field instruments are working. The app was built on the company VALE in Alegria's mine in Mariana-MG. We evaluate the instruments by computing criteria from statistical techniques, practices and common knowledge. Firstly some instruments are chosen for test and standardized according to the ISA 5.1 standard. So, the evaluation criteria are generated from the data collected through the PIMS which are then organized and calculated with the help of MS Excel. After setting the criteria, an interface was developed in MS Excel and through a server, the app works online at Vale's web system to generate information for faster performance in corrective maintenance and indicating improvements in the process.

Key words: Instruments, VALE, PIMS and Asset management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Arquitetura da Automação Industrial .....	13
Figura 2.2 - Conceito de compressão do PI.....	14
Figura 2.3 - Funções PI – I .....	16
Figura 2.4 - Funções do PI – II.....	16
Figura 2.5 - Gráfico gerado pelo PI ProcessBook.....	17
Figura 3.1 - Pesquisa de <i>tags</i> do PI <i>DataLink</i> .....	19
Figura 3.2 - Alteração de <i>tag</i> de acordo com a norma ISA 5.1 .....	20
Figura 3.3 - Zero e Span antes.....	20
Figura 3.4 - Zero e Span corrigidos .....	21
Figura 4.1 - Gráfico de congelamento do <i>tag</i> AL_DIT1BP101 .....	23
Figura 4.2 - Saturação Mínima.....	24
Figura 4.3 - Saturação Máxima .....	25
Figura 4.4 - Falha de Comunicação .....	26
Figura 4.5 - Planilha com critérios de avaliação .....	26
Figura 5.1 - Tarefas Agendadas Server 2003 .....	27
Figura 5.2 - Ferramenta Final .....	28

## SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	8
1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Objetivo Geral .....	10
1.2 Justificativa do Trabalho .....	11
1.3 Metodologia Proposta .....	11
1.4 Estrutura do Trabalho .....	11
2 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS E SOFTWARES .....	12
2.1 PIMS .....	12
2.1.1 Algoritmos de compressão .....	13
2.1.2 PI DataLink .....	15
2.1.3 PI ProcessBook .....	16
2.2 MS Excel .....	17
2.3 Ferramentas Matemáticas .....	18
3 INSTRUMENTOS E PADRONIZAÇÃO DOS TAGs .....	19
3.1 Levantamento dos instrumentos .....	19
3.2 Padronização das TAGs utilizando a norma ISA 5.1 .....	20
4 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DE ATIVOS .....	22
4.1 Congelamento .....	22
4.2 Saturação Mínima .....	23
4.3 Saturação Máxima .....	24
4.4 Comunicação .....	25
4.5 Esquema de cálculos final .....	26



5	RESULTADOS .....	27
5.1	Servidor e Atualização.....	27
5.2	Aplicação Final .....	28
6	CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS .....	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	30
	APÊNDICE A .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

As empresas têm necessidade de controlar e reduzir os custos de TI (Tecnologia de informação). O investimento na modernização da infraestrutura de tecnologia é fundamental para proteger as informações que circulam na empresa e, ao mesmo tempo, garantir que os recursos da área agreguem valor às áreas administrativas.

Quando se fala em gerenciamento de ativos, significa que se utilizam informações que estes possuem e que ainda não são utilizadas de forma pró-ativa. Avaliar o bom funcionamento, tendências dos ativos (equipamentos, instrumentos, etc.) é importante para entender melhor e com isso prever falhas inesperadas e ainda otimizar processos.

“Estudos apontam que a gestão de ativos eficaz é capaz de endereçar riscos, minimizar custos e melhorar a eficiência operacional do ambiente, porém, menos de 25% das empresas no mundo atingem o sucesso no processo de maturidade de Gestão de Ativos.” (SONDA, 2014).

O conceito de Gerenciamento de Ativos é um termo muito abrangente, que engloba desde o nível corporativo, como gestão do investimento e do ativo industrial, até técnicas para gerenciar um dispositivo e o perfil da equipe dedicada a este tipo de atividade. No âmbito da automação, o desafio é estruturar e monitorar os principais ativos de automação, com foco em alta disponibilidade e desempenho, de forma a proporcionar consistência, continuidade e eficiência à produção e operação.

Nesse sentido, o presente trabalho contribui fornecendo os processos básicos para gerar e analisar as informações necessárias ao gerenciamento consistente dos ativos de automação da forma mais efetiva e objetiva possível.

Ativos propriamente ditos, para o este trabalho, serão os instrumentos (sensores) relacionados ao processo, em que se vão gerar indicadores de saúde dos mesmos. A saúde diz respeito à maneira de funcionamento do instrumento. Logo, serão obtidos resultados e tomadas de decisões a partir desses dados.

### 1.1 Objetivo Geral

Gerar indicadores dos instrumentos por meio de dados colhidos do PIMS (*Process Information Management System*) e tratados por meio de técnicas estatísticas. Assim haverá condições de aplicar melhorias à manutenção corretiva e investimentos focados em eficiência

operacional. Ao final, foi conseguido destacar os ativos prioritários e informar via web para as demais áreas relacionadas.

Será utilizado o densímetro AL\_DIT1BP101 para efeito de demonstração durante a monografia.

## **1.2 Justificativa do Trabalho**

A dificuldade da equipe de manutenção em acompanhar o processo e resposta dos instrumentos gerou uma necessidade de monitorar os mesmos a fim de conseguir uma maior eficiência operacional e um menor tempo de identificação de problemas, justificando a realização deste trabalho.

## **1.3 Metodologia Proposta**

Inicialmente o objetivo era estudar as definições e como realizar o trabalho para posteriormente iniciar as atividades. Logo, foi feito um levantamento e padronização de quais instrumentos serão utilizados para o protótipo em questão, utilizando funções do PIMS e o software MS EXCEL. Após esta tarefa foi definido quais parâmetros utilizar para avaliar a saúde dos ativos. Ao final, foi criada uma interface para disponibilizar a ferramenta aos interessados.

## **1.4 Estrutura do Trabalho**

No capítulo 1 é apresentado o objetivo e justificativa deste trabalho.

No capítulo 2 as ferramentas estatísticas e softwares utilizados no desenvolvimento do trabalho são apresentados em detalhes.

No capítulo 3 descreve-se o levantamento dos instrumentos cuja saúde será gerenciada e padronizam-se suas *tags*.

No capítulo 4 são definidos os critérios para a avaliação da saúde dos ativos.

No capítulo 5 são apresentados os resultados e o sistema de gerenciamento obtido.

Por fim o capítulo 6 apresenta as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

## 2 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS E SOFTWARES

Nesta seção serão abordados alguns temas relacionados às ferramentas utilizadas na execução do trabalho. *Softwares* de aquisição e organização como o MS Excel, historiadores como PIMS, além de funções estatísticas aplicadas ao projeto, também serão discutidos.

### 2.1 PIMS

O PIMS (*Plan Information Management System*) apresenta-se como uma solução direta para o problema de falta de acessibilidade às informações e ao conhecimento efetivo do processo industrial. Este sistema é caracterizado pela capacidade de coletar e centralizar dados de diferentes unidades da planta em uma base única, armazenando-os por vários anos e disponibilizando-os a diferentes níveis de usuários sob forma de aplicações de alto valor para monitoramento e análise do processo de produção. Podem ser apresentadas como principais características dos Sistemas PIMS:

- Coleta de dados de sistemas de chão-de-fábrica e sistemas corporativos;
- Alta e eficiente compressão dos dados;
- Capacidade de armazenamento histórico superior a 10 anos;
- Alta velocidade de resposta a consultas;

Ferramentas clientes de utilização fácil e intuitiva, tais como telas sinóticas, relatórios, KPIs(Indicador-chave de desempenho), portal web, dentre outros. (VISION, 2011)

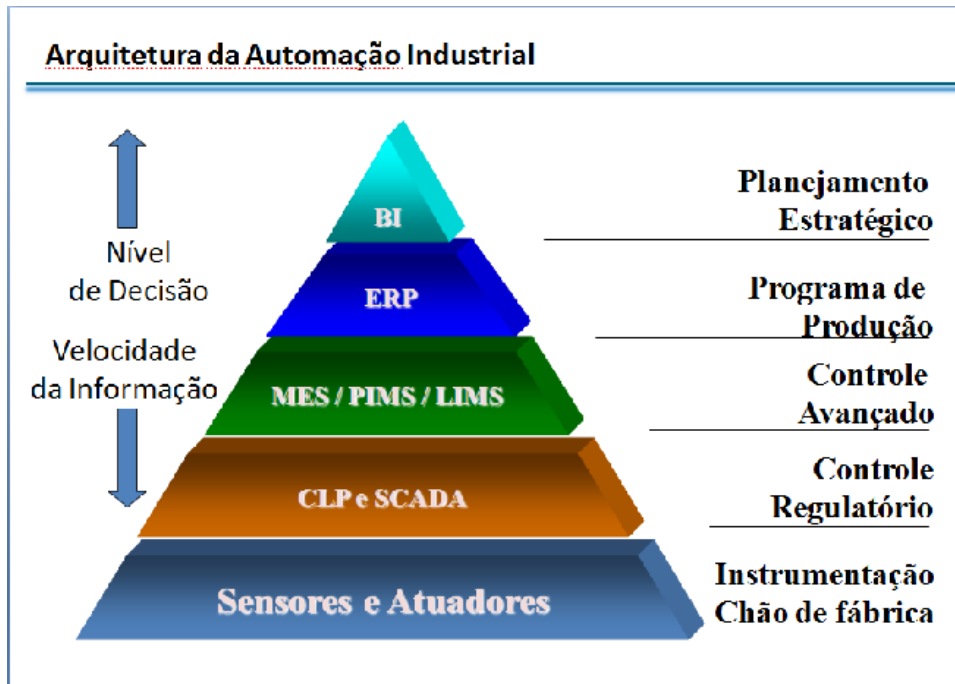


Figura 2.1 - Arquitetura da Automação Industrial

Considerando a Figura 2.1 é possível dizer que o PIMS intermedeia a interação dos dados, diretamente do campo, com as tomadas de decisões gerenciais. A partir dele, pode-se gerenciar e utilizar dados da maneira que melhor nos atender. Para este trabalho foi utilizado o PIMS da OSI, chamado PI.

### 2.1.1 Algoritmos de compressão

A compressão de dados é uma característica importante no sistema PIMS, a partir disso é possível armazenar até 10 anos de dados de operação de uma planta em um disco rígido de capacidade típica em m PC (10/20 Gbytes). Essa compressão normalmente da ordem de 1:10, porém é comum se ter compressões da ordem de 1:20.

Cada ferramenta de cada empresa utiliza um algoritmo de acordo com seu produto. O algoritmo utilizado neste trabalho é o algoritmo utilizado pela OSisoft. Será explicado agora o algoritmo *Swinging doors compression algorithm*.

O algoritmo descarta valores na linha conectada a partir de dois valores armazenados no arquivo. Se um novo valor é recebido, o valor anterior é armazenado apenas se qualquer dos valores desde o último armazenado estiver fora do paralelogramo de desvio. Este

paralelogramo é uma área que se estende do último valor armazenado ao novo valor, com largura igual a duas vezes o valor de compressão especificado (SEIXAS FILHO, 2003, p.15).

Para cada *tag* (informação referente a um equipamento, instrumento ou qualquer informação relevante para o processo), devem ser definidos três parâmetros que irão direcionar a compressão do dado: o desvio de compressão, o tempo mínimo de compressão e o tempo máximo de compressão.

A figura 2.2 ilustra a explicação anterior.

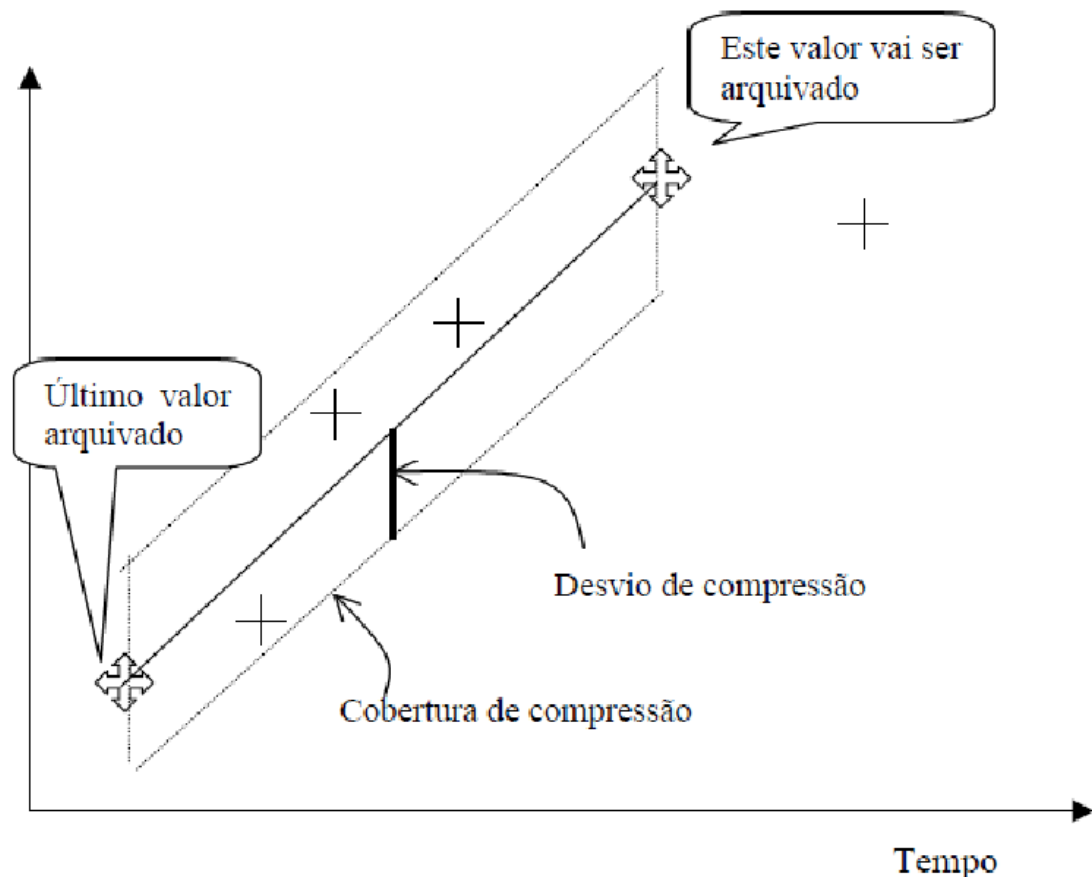


Figura 2.2 - Conceito de compressão do PI

Fonte: (SEIXAS FILHO, 2003)

Existem também regras para gravar eventos no arquivo, são elas:

Um novo evento não é armazenado se o tempo desde o último evento armazenado é menor que o tempo de compressão mínimo do tag. Se o status de qualidade do dado tiver variado neste intervalo, o ponto é armazenado. O tempo mínimo de compressão serve para filtrar sinais ruidosos. Um novo evento é sempre armazenado se o tempo máximo de compressão tiver sido excedido. Este tempo é geralmente ajustado para o tempo correspondente a um turno ( 6 ou 8

horas). O último ponto armazenado forma com o ponto lido mais recentemente uma cobertura que corresponde a um paralelogramo de largura igual ao dobro do desvio de compressão. Sempre que um novo ponto recair fora da área do paralelogramo (fora da cobertura), o ponto anterior é armazenado. Para tags digitais toda mudança de estado deve ser armazenada. (SEIXAS FILHO, 2003, p.15).

### 2.1.2 *PI DataLink*

O PI DataLink é um suplemento do MS Excel que permite recuperar informações do PI

Server diretamente para uma planilha. Com o PI DataLink é possível:

- Recuperar valores de ponto de um PI Server.
- Recuperar metadados do sistema para criar uma exibição estruturada de dados do PI:
  - Atributos e nomes de PI *tag*.
  - Caminhos, *aliases* e propriedades do PI Module Database.
- Referenciar esses itens usando funções do PI DataLink para calcular e filtrar dados.
- Manter valores atualizados quando a planilha recalcula.
- Recuperar notificações do PI que você assinou a partir de um PI System.
- Estabelecer tendência de dados a partir da planilha ou de pontos PI selecionados.

O PI DataLink fornece uma interface gráfica para recuperar dados e criar funções e cálculos. As funções do DataLink são inseridas em células da planilha e podem fornecer atualizações ativas de dados em tempo real a partir do PI Server. Também é possível usar os ricos recursos de cálculo e formatação do MS Excel para organizar e apresentar dados do PI system a fim de ajustar à sua meta ou da audiência. Em combinação com os recursos computacionais, gráficos e de formatação do MS Excel, o PI DataLink oferece poderosas ferramentas para coletar, monitorar, analisar e relatar dados do PI. Nas figuras 2.3 e 2.4 é apresentada a disposição da ferramenta no *software* MS Excel.



Figura 2.3 - Funções PI – I



Figura 2.4 - Funções do PI – II

O suplemento PI DataLink for MS Excel 2007 usa um menu de faixa de opções. O menu de faixa de opções é um menu gráfico que combina recursos de um menu padrão e uma barra de ferramentas. A OSIsoft, 2010, apresenta um passo-a-passo para iniciar os trabalhos no *software* em questão.

- Clique em **PI** na barra de menus do MS Excel para selecionar a guia do menu de faixa de opções do PI DataLink.
- Clique em um item na faixa de opções PI para abrir um painel de tarefas ou uma caixa de diálogo correspondente.
- Coloque o cursor sobre um item para exibir uma dica de ferramenta descritiva.

### 2.1.3 *PI ProcessBook*

Como a interface de exibição gráfica de fácil utilização do PI System™ da OSIsoft®, o PIProcessBook™ possibilita a exibição eficiente de dados históricos e em tempo real que estejam armazenados no PI System e em outras fontes. Proprietários do processo usam o PIProcessBook para criar exibições gráficas interativas que podem ser salvas e compartilhadas com outras pessoas. Os usuários podem rapidamente alternar entre os modos de execução e desenvolvimento para criar exibições dinâmicas e interativas, além de



preenchê-las com dados ativos. Eles também podem escrever scripts que automatizam exibições e tendências, usando o *Microsoft Visual Basic for Applications*, que é facilmente integrado ao PIProcessBook. (OSIsoft, 2012). Este software é utilizado neste projeto, para verificação do indicador atuado. A figura 2.5 ilustra um gráfico gerado pelo PI ProcessBook.

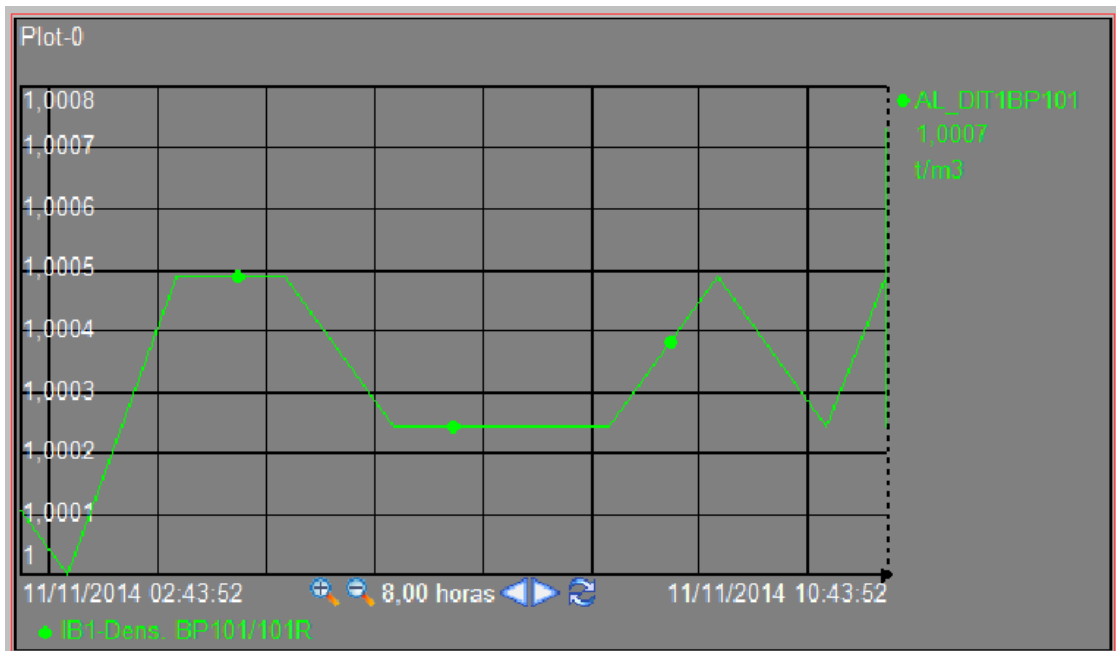


Figura 2.5 - Gráfico gerado pelo PI ProcessBook

## 2.2 MS Excel

O aplicativo MS Excel é usado para realizar uma infinidade de tarefas como: cálculos simples e complexos, criação de lista de dados, elaboração de relatórios e gráficos sofisticados, projeções e análise de tendências, análises estatísticas e financeiras, além de trazer incorporada uma linguagem de programação baseada em Visual Basic (GUIMARÃES e CABRAL, 2014).

Neste trabalho, o MS Excel, como já dito anteriormente, será utilizado juntamente com o PIDataLink para levantamento de dados do PI, tratamento e manipulação dos mesmos. Após esse conjunto de ações, foi implementado um código em Visual Basic, para atualizar e gerar relatórios automaticamente.

### 2.3 Ferramentas Matemáticas

O Projeto é baseado em manipulações estatísticas dos dados históricos dos ativos. Porém alguns critérios poderão ser empíricos e/ou testados em campo.

Algumas funções estatísticas foram utilizadas durante o processo. O desvio padrão é uma medida do grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio (a média). No MS Excel foi utilizado a função DESVPAD, que é representada pela equação 2.1.

$$\text{Desvio Padrão} = \sqrt{\left(\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}\right)} \quad (2.1)$$

Outra função importante no desenvolvimento do projeto foi a Resolução. Os instrumentos, após a conversão analógico-digital que funciona transformando um sinal de 4 a 20mA para digital, atuando em uma faixa de resolução de 0 a 4095 níveis discretos. Para aferir, a partir dos dados apresentados anteriormente, o critério de variação mínima utiliza a equação 2.2:

$$\text{Res} = \left(\frac{1}{4096}\right) * \text{SPAN} \quad (2.2)$$

### 3 INSTRUMENTOS E PADRONIZAÇÃO DOS TAGs

Neste capítulo será apresentado o início do processo para o desenvolvimento da ferramenta final, em que foram levantados e padronizados os instrumentos de acordo com a norma ISA 5.1.

#### 3.1 Levantamento dos instrumentos

A proposta deste projeto é levantar dados que possam ser trabalhados a fim de gerar informações aos usuários. Para isso foi colhida informações de alguns instrumentos que, de acordo com os Engenheiros de Processo, são críticos. Esses instrumentos são escolhidos e trazidos a plataforma no MS Excel a partir do PI DataLink, por meio da função de busca mostrada na Figura 3.1.

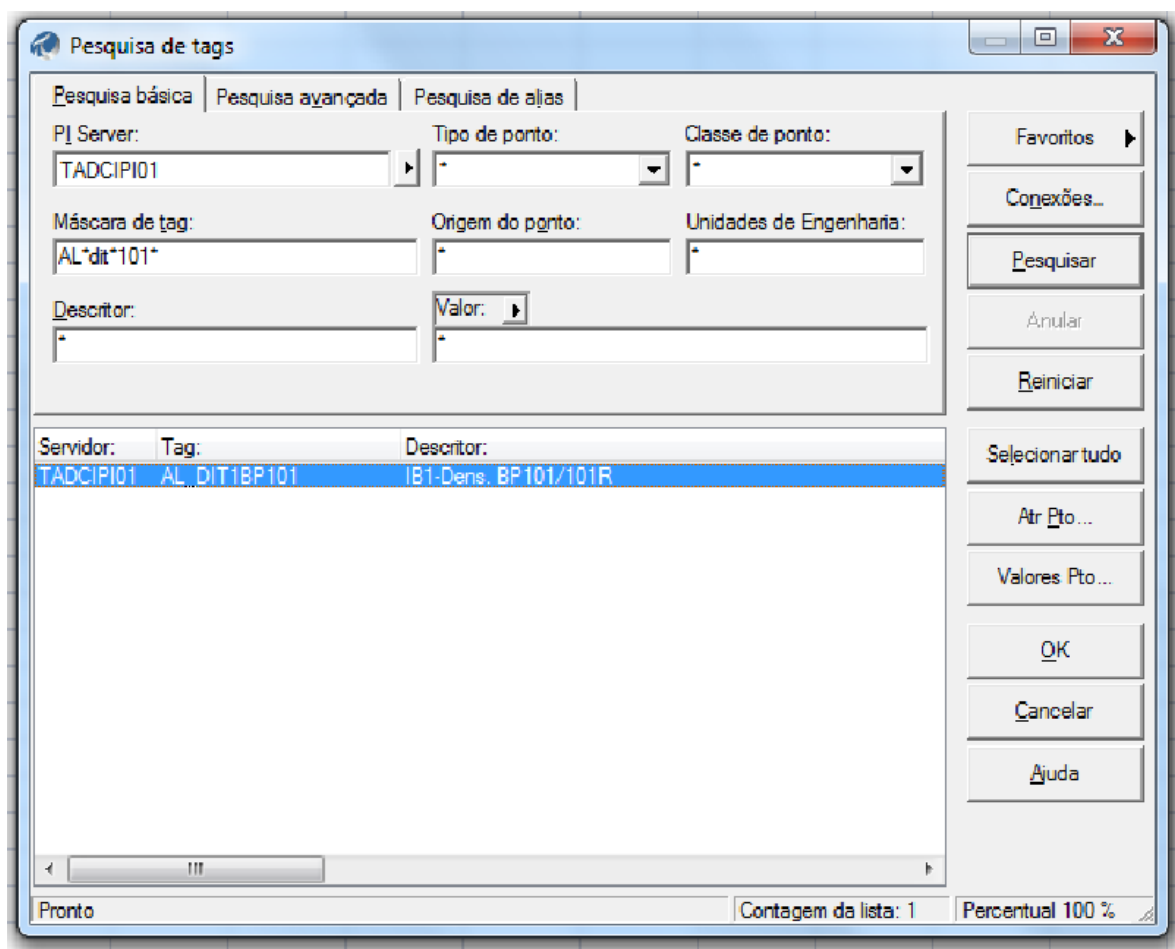


Figura 3.1 - Pesquisa de tags do PI DataLink

Assim conseguiu-se levantar todos os instrumentos que quiser de acordo com o filtro que foi escrito na “Máscara de tag” da Figura 3.1 e, então, se exportou para o MS Excel para realizar os cálculos necessários.

### 3.2 Padronização das TAGs utilizando a norma ISA 5.1

A norma apresenta definições ou significados mandatórios para letras de identificação e para símbolos usados em apresentações gráficas de equipamentos de medição e controle e também suas funções. Por exemplo, o tag de instrumento PT significa obrigatoriamente transmissor de pressão, TIC significa obrigatoriamente Controlador Indicador de Temperatura (RIBEIRO, 2014).

A norma ISA nos ajuda a padronizar os tags de acordo com suas funções como dito anteriormente. Logo o trabalho foi identificar e modificar os tags fora do padrão para a norma e referência da empresa conforme ilustra a figura 3.2 a seguir.

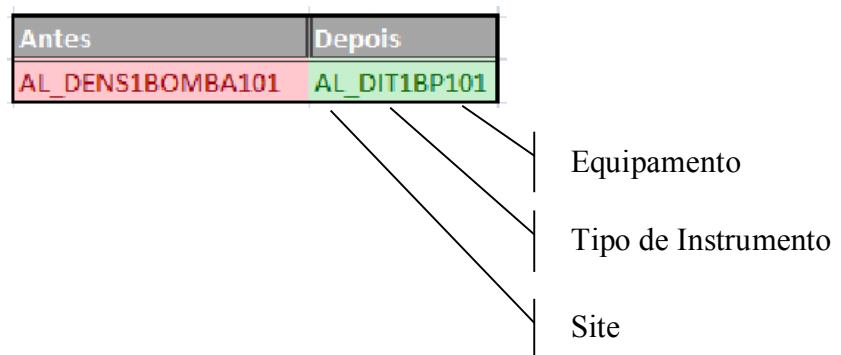


Figura 3.2 - Alteração de tag de acordo com a norma ISA 5.1

Além de alterar a escrita do tag, também se modificaram o zero e o span, que são atributos do tag que relacionam o range do instrumento conforme ilustra as figuras 3.3 e 3.4.

TAG	ZERO	SPAN
AL_DIT1BP101	0	2.5

Figura 3.3 - Zero e Span antes

TAG	ZERO	SPAN
AL_DIT1BP101	1	1,5

Figura 3.4 - Zero e Span corrigidos

O zero e span do instrumento representam respectivamente o mínimo de atuação do instrumento e quantidade de unidades que ele possui. Por exemplo, no caso anterior, considerando a Figura 3.3 como correta, tem-se um instrumento que seu mínimo seria “0 u.e” e seu máximo seria “2,5 u.e”. Por contrapartida, se analisando a situação considerando a Figura 3.4 como correta, tem-se o mesmo instrumento que atua com um mínimo de 1 u.e e com um máximo de 2,5 u.e(zero + span).

## 4 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DE ATIVOS

Conclui-se neste capítulo o desenvolvimento do trabalho, definindo os critérios utilizados na avaliação dos ativos. Aqui irá se entender melhor como funciona o processo de análise e como foram determinados os critérios.

No projeto em questão foi feito manipulações de dados dos ativos a fim de gerar indicadores que se destacam de acordo com a saúde dos instrumentos.

A seguir têm-se alguns dos indicadores e como se chegou aos critérios de avaliação.

Utiliza-se o *TAG* AL\_DIT1BP101 para exemplificar os dados.

### 4.1 Congelamento

Representa o estado em que o instrumento se encontra quando não há uma variação significativa dos dados coletados. Para se calcular esse indicador, levou-se em consideração a seguinte questão: “Se durante um período de tempo, com o equipamento funcionando, o instrumento não obteve uma variação maior que sua própria resolução, afirma-se que o instrumento está congelado”.

Para isso, deve-se então calcular a resolução de cada instrumento. Como já visto anteriormente, a fórmula de resolução é dada pela equação 2.2. Um exemplo da sua aplicação é dado a seguir:

AL\_DIT1BP101

ZERO=1 SPAN=1.5

Logo, para este instrumento tem-se que  $RES = 1/4096 * (1.5) = 0.000366 \text{ t/m}^3$ .

O que significa enfim, que o desvio padrão deste instrumento dentro de uma hora deve ser maior que  $0.000366 \text{ t/m}^3$ .

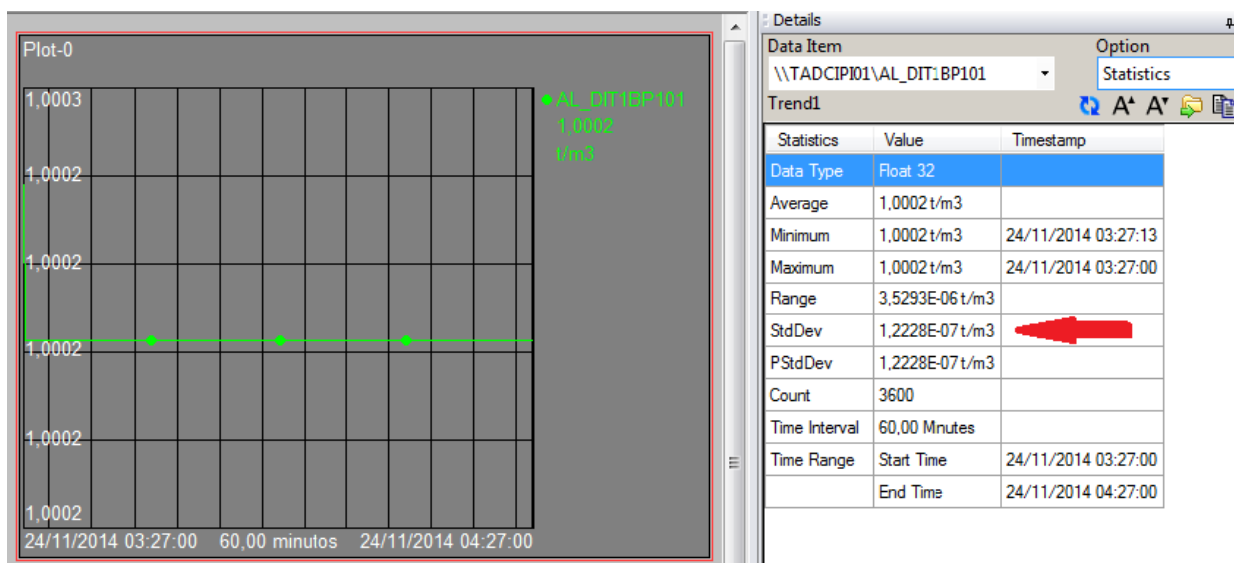


Figura 4.1 - Gráfico de congelamento do tag AL\_DIT1BP101

Na figura 4.1, se vê que o gráfico mostra o intervalo de uma hora de dados do densímetro sem uma grande variação. Ao lado, pode-se confirmar com os dados estatísticos gerados pela ferramenta. Se vê que o StdDev(Desvio Padrão) tem o valor de 1,2228E-7 t/m<sup>3</sup> e que por comparação com o dado calculado acima, tem-se que neste momento o instrumento estava congelado.

## 4.2 Saturação Mínima

Este indicador infere um problema de trabalho em baixo rendimento. Um instrumento que trabalha na sua menor faixa de trabalho durante um período de tempo. Este cálculo é mais simples que o acima, além de ser prático e de conhecimento comum. Questiona-se da seguinte maneira: “Se durante um período de tempo, com o equipamento funcionando, o instrumento manteve a média igual ou abaixo de seu ZERO, considera-se em Saturação Mínima”. Segue um exemplo:

AL\_DIT1BP101

ZERO=1 SPAN=1.5

SAT. MIN <= ZERO

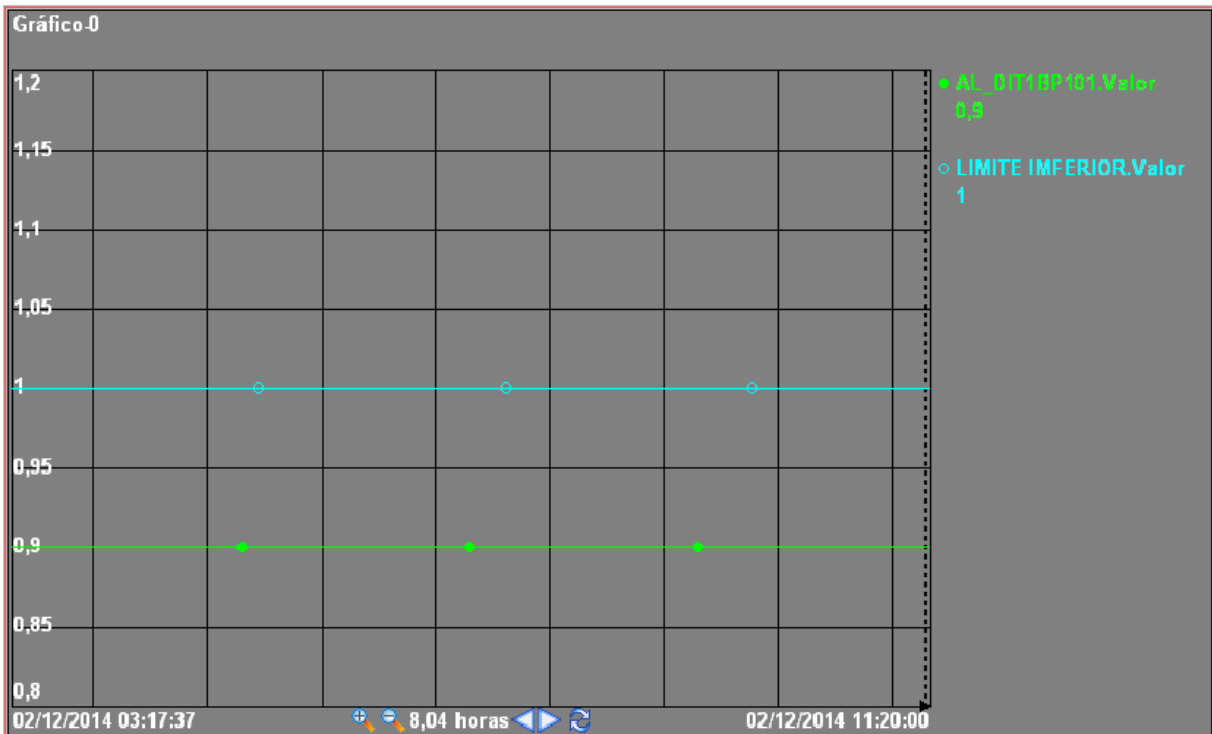


Figura 4.2 - Saturação Mínima

Vê-se na figura 4.2 o gráfico que representa os dados do instrumento em um período de tempo. Vê-se que o valor da média do instrumento (indicado pela linha com círculos cheios) é inferior ao calculado no exemplo (indicado pela linha com círculos vazios). Assim, considera-se neste período em estado de Saturação Mínima.

### 4.3 Saturação Máxima

Como o próprio nome já diz, este indicador representa justamente o oposto do indicador anterior, porém com ideia de cálculo. Ele indica uma situação em que o instrumento se encontra trabalhando forçado ou fora do seu limite de trabalho. O questionamento para esse indicador é: “Se durante um período de tempo, com o equipamento funcionando, o instrumento manteve a média igual ou acima de seu (SPAN+ZERO), considera-se em Saturação Máxima”. Segue um exemplo:

AL\_DIT1BP101

ZERO=1 SPAN=1.5

SAT. MAX = SPAN+ZERO = 2.5



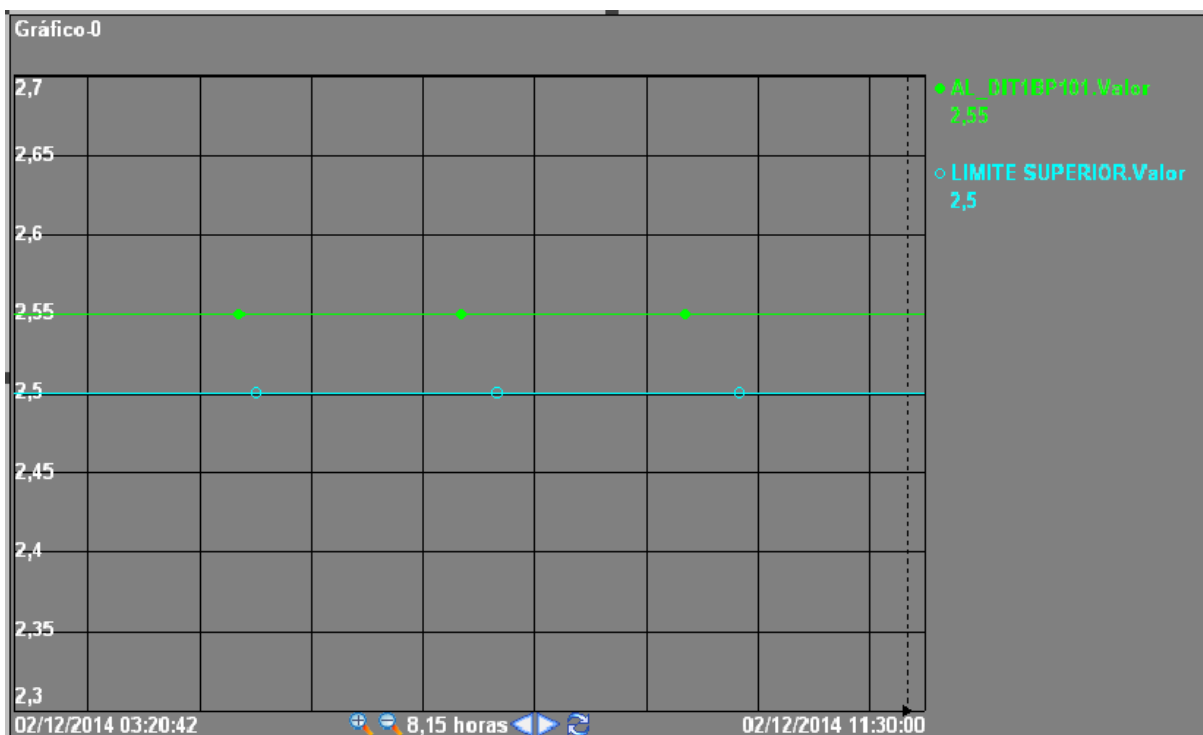


Figura 4.3 - Saturação Máxima

O gráfico da figura 4.3 representa os dados do instrumento em um período de tempo. Vê-se que o valor da média do instrumento (indicado pela linha com círculos vazios) é superior ao calculado acima (indicado pela linha com círculos cheios). Assim, considera-se neste período em estado de Saturação Máxima.

#### 4.4 Comunicação

Neste indicador inferi-se um problema de comunicação entre o instrumento e a rede. Aqui pode-se afirmar se o instrumento está ligado ou se há falha na rede (PLC(Controlador Lógico Programável) desligado, cabo partido etc.). Questiona-se da seguinte forma:” Se durante um período de tempo, com o equipamento funcionando, o instrumento não enviar dados ao PI, considera-se em Falha de Comunicação”. Para essa análise, não se faz cálculos, mas utiliza-se uma função do MS Excel para inferir a situação. Seja o exemplo:

Para o instrumento AL\_DIT1BP101 aplica-se a fórmula:  
`SE(ÉNÚM(LOCALIZAR("ALL";L5;1));"Filtrado";SE(C5="";"";SE(ÉNÚM(L5);"";"Sim")))`

Na fórmula acima a célula C5 representa as *tags* do instrumento avaliado e a célula L5 representa a média calculada do mesmo.

Se o retorno for não for numérico, afirma-se que houve falha de comunicação no sinal.

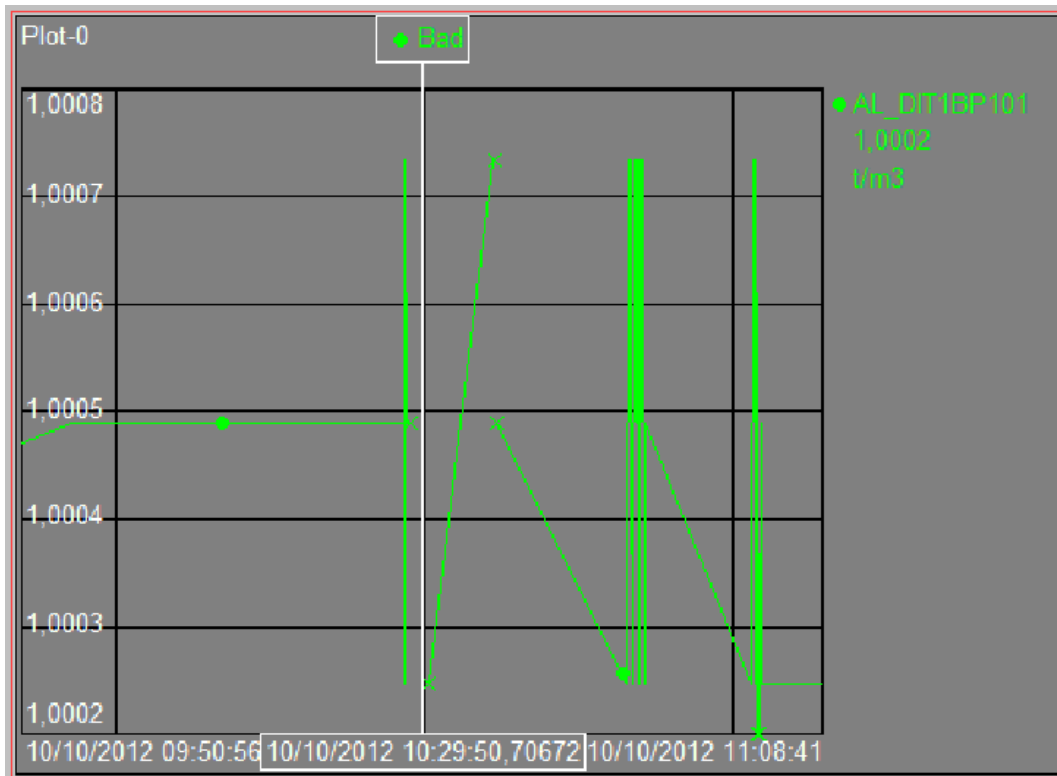


Figura 4.4 - Falha de Comunicação

No gráfico da figura 4.4, se vê o momento em que houve uma falha de comunicação na rede, porém apenas em um curto período de tempo. Logo não se considera Falha de Comunicação.

#### 4.5 Esquema de cálculos final

A planilha da figura 4.5 representa os cálculos com os filtros adequados a cada equipamento, além dos critérios de avaliação já calculados como mostrados nos subcapítulos anteriores.

	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	
1			Configuração Saúde de Ativos											
2												Resolução	0,024%	
3		Analogica	Eqp_Func	Condição	CondCongela	CondSatMax	CondSatMin	Tempo	Tempo Avaliação		zero	span		
4	1	AL_AIT2CF21	AL_STAIC2CF21	('AL_STAIC2CF21'="Avaliada")	0,003418503	14	0	01:00:00	54,0		0	14		
5	20	AL_DIT2BP04	AL_SNLZ2BP04	('AL_SNLZ2BP04'="FUNCIONANDO REMOTO")	0,0003653	2,5	1	01:00:00	54,0		1	1,5		
6	21	AL_WIT1TC01	AL_SNLZ1TC01	('AL_SNLZ1TC01'="FUNCIONANDO REMOTO")	0,366300366	1500	0	01:00:00	54,0		0	1500		
7	22	AL_WIT1TC03	AL_SNLZ1TC03	('AL_SNLZ1TC03'="FUNCIONANDO REMOTO")	0,146520147	600	0	01:00:00	54,0		0	600		
8	23	AL_DIT1BP101	AL_SNLZ1BP101	('AL_SNLZ1BP101'="FUNCIONANDO REMOTO")	0,0003653	2,5	1	01:00:00	54,0		1	1,5		

Figura 4.5 - Planilha com critérios de avaliação

## 5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a ferramenta final deste projeto assim como a forma de disposição dos dados analisados. Além disso, será explicada a maneira de atualização dos dados.

### 5.1 Servidor e Atualização

Após o total desenvolvimento da ferramenta, gera-se a demanda de atualizar os dados com um período adequado para melhor confiabilidade dos mesmos. Na empresa, têm-se alguns servidores em que se podem inserir tarefas agendadas a fim de ter dados atuais 24 horas por dia. A figura 5.1 ilustra as tarefas no servidor onde a ferramenta foi alocada.

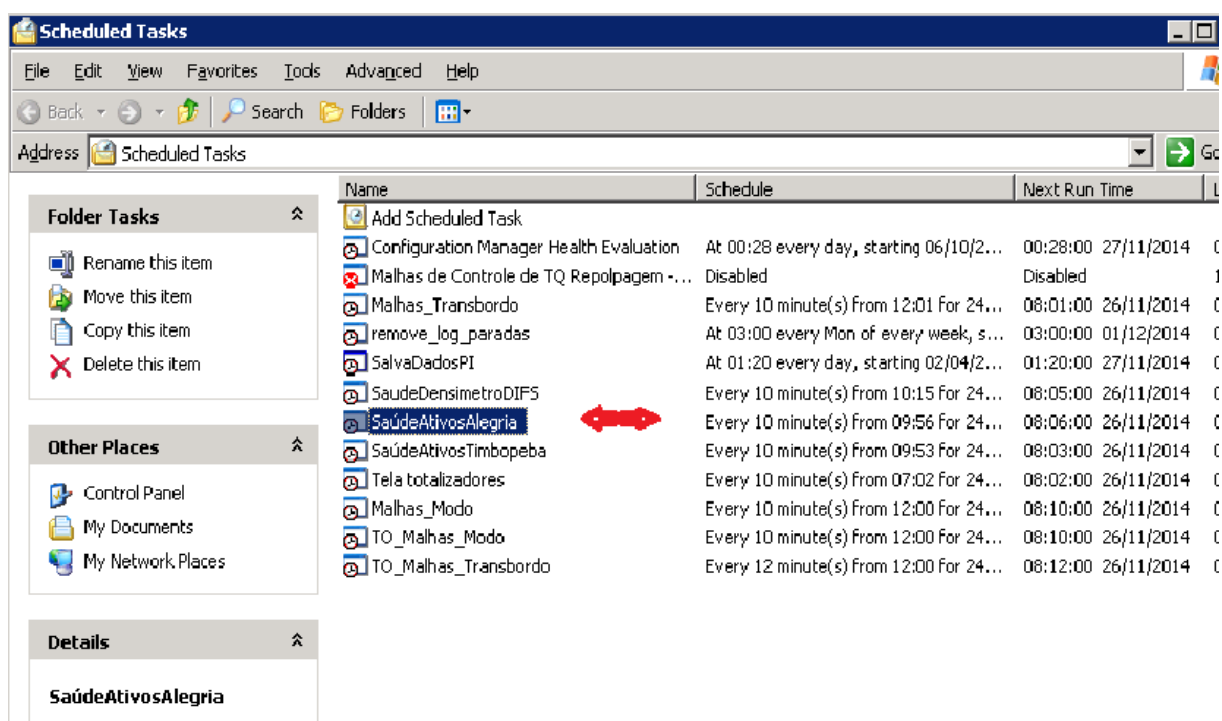


Figura 5.1 - Tarefas Agendadas Server 2003

Dentro do servidor *Windows Server 2003*, inseri-se uma tarefa com o arquivo que gera a ferramenta. Assim, após definir um período de 10 minutos de intervalo de atualização dos dados, a ferramenta busca os novos dados, refaz os cálculos e implementa as novas afirmações.

### 5.2 Aplicação Final

A aplicação terá como objetivo final apontar instrumentos com algum problema de funcionamento seja ele do próprio instrumento ou problema de processo. Com isso, se ganha tempo de resposta para a manutenção corretiva e ainda inferiram-se melhorias na parte de controle de processo.

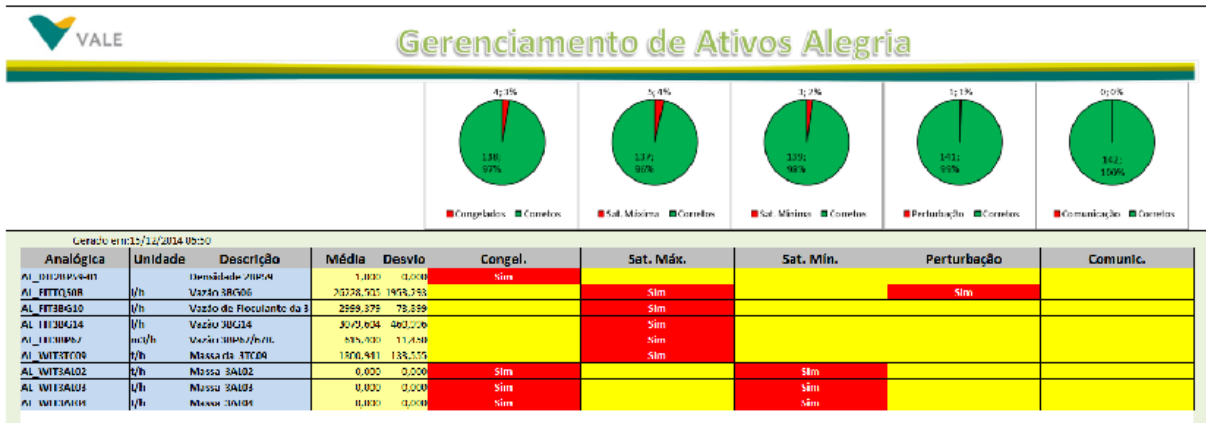


Figura 5.2 - Ferramenta Final

Essa ferramenta já se encontra no servidor. Assim qualquer pessoa envolvida no processo pode buscar essa informação desde que esteja na rede VALE. Como dito anteriormente, a ferramenta indica saúde dos instrumentos, ou seja, como está o funcionamento dos mesmos. No caso da figura 5.2 se vê alguns instrumentos trabalhando em Saturação Máxima. Este problema por ser acusado devido tanto a um problema do próprio instrumento, ou seja, falta de calibração ou mesmo algum problema de instalação. Além disso, pode-se dizer que esse mesmo problema pode fazer referência a algum problema do processo como falta de controle, parâmetros de controle inadequado ou mesmo falta de minério na tubulação. Assim, conseguiu-se identificar também falhas no fluxo de produção.

## 6 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Monitorar equipamentos e instrumentos dentro de uma empresa é o básico para se ter uma melhor produtividade. Saber gerenciar seus ativos e otimizar os processos é a chance de aumentar o rendimento operacional.

A identificação de problemas dos instrumentos já vem sendo acompanhada há algum tempo. O sistema está implantado na empresa VALE. S.A na Mina de Alegria em Mariana. Já foi possível identificar processos que estavam trabalhando fora do ideal, e também foi facilitado o diagnóstico dos instrumentos com problemas relativos à medição, que é o foco deste trabalho.

Pensa-se agora em ampliar a ferramenta para outras áreas da empresa, e inserir o restante dos instrumentos da usina. Além disso, pensa-se em utilizar outro software mais robusto para desenvolvimento da ferramenta, o qual disponha de mais recursos e seja realmente ideal para a aplicação. Por fim já está sendo desenvolvidos outros indicadores como, por exemplo, o indicador “Perturbação”, que informaria quando um instrumento está trabalhando com uma alta variação para aquele processo ou está situado em uma área de grande ruído. Além disso, buscam-se técnicas de análise mais aprimoradas a fim de aumentar a confiabilidade do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUIMARÃES, D. e CABRAL, P.. **Significado de Excel**. Disponível em: <[www.significados.com.br/excel/](http://www.significados.com.br/excel/)>. Acesso em 23 nov. 2014.

OSISOFT. **Guia do Usuário do PI DataLink**. San Leandro, EUA; 2010. Manual do usuário do PI DataLink fornecido pela OSISOFT.

OSISOFT. **PI ProcessBook 2012 Guia do Usuário**. San Leandro, EUA; 2012. Manual do usuário do PI ProcessBook fornecido pela OSISOFT.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Simbologia e Identificação Atuais da Instrumentação Moderna**. Disponível em <[http://labsoft.com.br/arquivos/artigos/CT-002\\_09.pdf](http://labsoft.com.br/arquivos/artigos/CT-002_09.pdf) >. Acesso em 22 nov. 2014.

SEIXAS FILHO, Constantino. **PIMS – Process Information Management System - Uma Introdução**. 2003, Disponível em: <<http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaII/Download/DownloadFiles/Pims.PDF>>. Acesso em 22 nov. 2014.

SONDA IT. **Gestão de Ativos**. Santiago, Chile, 2014. Disponível em: <[www.sondait.com.br/servicosdeti/ito/gestaodeativos/](http://www.sondait.com.br/servicosdeti/ito/gestaodeativos/)>. Acesso em 10 nov. 2014.

VISION SISTEMAS. **PIMS**. Disponível em: < [http://visionsistemas.com.br/pt/?page\\_id=89](http://visionsistemas.com.br/pt/?page_id=89)> Acesso em 10 nov. 2014.

## APÊNDICE A

O código a seguir apresenta as funções utilizadas na aplicação para recalcular os dados, atualizar o filtro e gerar o arquivo que será disponibilizado online.

Módulo1 - 1

```

Sub AutoExec()
' AutoExec Macro

    RodaMacro
    SalvarMhtml
End Sub
Sub RodaMacro()
'SalvarMhtml

    Application.ScreenUpdating = False
    RecalculaDados
    AtualizaFiltro

    Application.ScreenUpdating = True
End Sub
Sub AtualizaFiltro()
' AtualizaFiltro Macro

    Worksheets("Saúde").Select
    ActiveSheet.AutoFilter.ApplyFilter
    Worksheets("Saúde").Range("A1").Select
End Sub
Sub RecalculaDados()
' RecalculaDados Macro

    Calculate
End Sub
Sub SalvarMhtml()
' SalvarMhtml Macro

    Dim arquivo As String
    arquivo = "SaudeAtivos_AL.mht" 'Nome do arquivo de saída
    'Oculta Botões ao gerar mHTML
    Sheets("Saúde").Select
    Sheets("Saúde").CommandButton1.Visible = False
    Sheets("Saúde").CommandButton2.Visible = False

    'Oculta a planilha antes de salvar
    Sheets("Config").Select
    ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False
    Sheets("Gráfico").Select
    ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

    Application.DisplayAlerts = False 'Desabilita a pergunta de salvamento
    ActiveWorkbook.SaveAs Filename:=
        "\\172.18.72.11\Acompanhamento\Alegria\" & arquivo, _
        FileFormat:=xlWebArchive, CreateBackup:=False

    Application.Quit
End Sub

```