

# FLEXIBILIDADE NA EXTRAÇÃO DE KPI EM PROCESSOS COMPOSTOS POR COMPONENTES INDUSTRIAIS HIERARQUIZADOS<sup>1</sup>

Alexandre Afonso Munck Pimentel<sup>2</sup>  
Herbert de Assis Castro Filho<sup>3</sup>

## Resumo

Os KPIs (*Key Performance Indicators*) são especificações detalhadas utilizadas para rastrear objetivos de negócios. Um objetivo de negócio é uma diretiva executiva que dá suporte a uma ou mais estratégias corporativas. Para isso, esse objetivo deve ser quantificável, mensurável e orientado a resultados. A utilização da ferramenta permite que as organizações meçam os KPIs dos seus processos e os comparem com os objetivos que o mercado, ou elas mesmas definem. Um KPI que está associado com um processo específico é geralmente representado por um valor numérico, sendo que ele também deve possuir uma meta, limites inferiores e superiores, formando uma margem de desempenho que o processo deverá atingir. Em uma planta que possui componentes industriais hierarquizados, é comum a utilização do cálculo de KPIs relativo à um determinado nível ou conjunto de componentes, podendo também ser baseado nos dados do próprio componente, ou nos componentes que o compõe. Criando uma estrutura flexível e configurável para o cálculo de KPIs em um sistema MES (*Manufacturing Execution Systems*), tomando como fundamento a implementação de uma base sólida de lógicas de negócios especializadas, podemos viabilizar um ambiente onde a definição e configuração de KPIs se torne rápida e dinâmica, atendendo amplamente os interesses do cliente. Essa flexibilidade é fundamental, já que sabemos que o ciclo de vida de um KPI é relativamente curto, e uma vez que o seu objetivo varia de acordo com os objetivos da própria corporação, podendo os KPIs serem alterados, renovados ou extintos ao longo de um projeto estratégico corporativo.

**Palavras-chave:** KPIs; MES; Desempenho.

## FLEXIBILITY OF KPI EXTRACTION IN PROCESSES COMPOSED BY HIERARCHICAL INDUSTRIAL COMPONENTS

### Abstract

KPIs (*Key Performance Indicators*) are detailed specifications applied for tracking business-oriented objectives. A business objective is an executive directive that gives support to one or more corporate strategies. For this purpose, the objective must be quantifiable, measurable and oriented to results. The use of this tool allows organizations to measure the KPIs of their processes and compare them with the objectives defined by the market or by themselves. A KPI associated with a specific process is generally represented by a numerical value and also has a goal and inferior and superior limits, making a performance range that process will have to reach. In a plant whose industrial components are hierarchical, the calculation of KPIs for certain levels or for a set of components is common, and can also be based on the components data or on its components. By creating a flexible and configurable structure for the calculation of KPIs in a MES system, on the basis of solid implementation of a specialized business-oriented logics, it is possible to create an environment where the definition and configuration of KPIs become faster and more dynamic, satisfying customers interests. This flexibility is basic, since we know that the cycle of life of a KPI is relatively short, as its objectives vary according to the corporation objectives, causing KPIs to be modified, renewed or extinct throughout a corporate strategical project.

**Key words:** KPI's; MES; Performance.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 13º Seminário de Automação de Processos, 7 a 9 de outubro de 2009, São Paulo, SP.

<sup>2</sup> Engenheiro de Controle e Automação Sênior da Siemens-VAI - Especialista em Engenharia de Software pela Universidade Federal de Minas Gerais, Engenheiro de Controle e Automação pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

<sup>3</sup> Engenheiro de Controle e Automação da Siemens-VAI - Engenheiro de Controle e Automação pela Universidade Federal de Minas Gerais.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente globalização dos mercados, força as empresas a buscarem a máxima eficiência em todas as etapas do seu processo produtivo. Para isso é preciso criar mecanismos de avaliação de desempenho, que forneça ao gestor uma visão consolidada de todas as áreas do negócio, de maneira rápida e objetiva.

Os KPI's (*Key Performance Indicators*) são os indicadores adequados para definir e mensurar os níveis de progresso perante um objetivo organizacional. Eles devem refletir o valor estratégico dos processos de negócio da maneira mais verossímil possível, o que exige um acentuado nível de amadurecimento por parte dos processos. Como são representados por um valor numérico, eles devem sempre ser expressos em um determinado contexto, definido através de limites e metas adequadas, que apontam a direção da performance, podendo ser superior, inferior ou se manter estática em relação aos níveis desejados.

Estruturas industriais complexas exigem o agrupamento dos componentes de maneira hierarquizada, podendo ser desejável a utilização do cálculo de KPIs relativo a diferentes configurações desses componentes, fornecendo visões segmentadas do processo. Um sistema que não oferecesse essa flexibilidade teria dificuldade em se consolidar como ambiente apropriado para extração de informações do processo.

Uma estrutura flexível e configurável para o cálculo de KPIs em um sistema MES é fundamental, dada a dinâmica dos processos de negócio, podendo os KPIs serem alterados, renovados ou extintos ao longo de um projeto estratégico corporativo. Por isso, o sistema deve ser estruturado de modo a oferecer alta flexibilidade, sem comprometer a eficiência, fornecendo respostas adequadas às novas necessidades levantadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Um KPI que está associado com um processo específico é representado por um valor numérico, sendo que ele também deve possuir uma meta, limites inferiores e superiores, formando uma margem de desempenho que o processo deverá atingir, como mostrado na Figura 1.

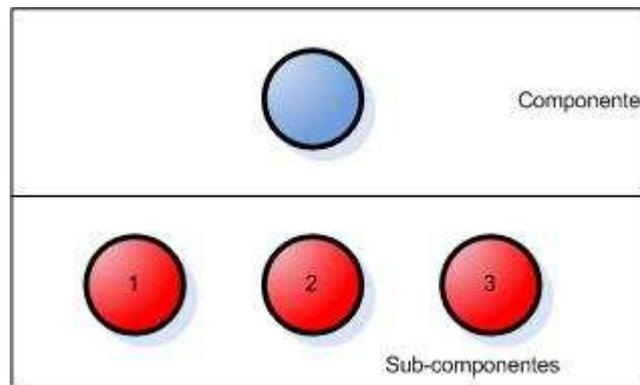


Figura 1: Representação de um KPI.

Estruturas industriais complexas, exigem o agrupamento dos componentes de maneira hierarquizada. Nesses casos, é comum a utilização do cálculo de KPIs relativo à um determinado nível ou conjunto de componentes, podendo também ser baseado nos dados do próprio componente, ou nos componentes que o compõe.

A Figura 2 demonstra a organização de um componente, formado por um componente pai, e três sub-componentes filhos, que devem obrigatoriamente ser uma entidade física, como por exemplo máquinas ou equipamentos. O componente

pai pode ser uma entidade lógica, que agrega o valor do processo que seus filhos executam.



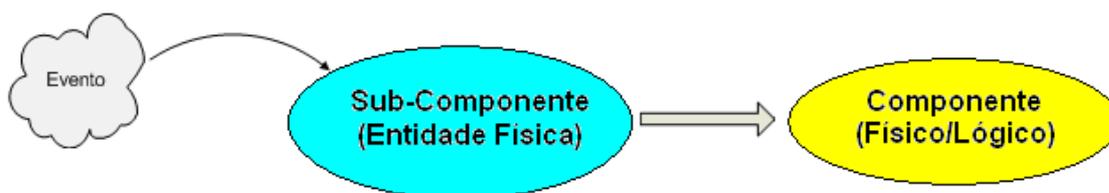
**Figura 2:** Organização de um componente.

Cada componente pode estar naturalmente inserido em um contexto operacional, no qual o seu estado depende do estado de um outro, estes relacionamentos de dependência assumem tipos diferentes, são eles:

- relacionamento de composição: um componente pode ser composto por um ou mais sub-componentes, e seu estado operacional depende do estado operacional de todos;
- relacionamento de participação: um componente pode possuir um ou mais sub-componentes participantes, e seu estado operacional depende do estado operacional de seus participantes; e
- relacionamento de associação: um ou mais estados operacionais de um componente são dependentes dos estados operacionais de outro componente e este não é seu componente ou participante.

Para determinação do estado operacional de um componente, precisamos definir o conceito de evento:

- Evento é um sinal aplicado sobre um componente que pode provocar uma mudança em seu estado.



**Figura 3:** Propagação de um evento entre Componentes.

De uma maneira geral os eventos são aplicados sobre as unidades físicas, e tem seu efeito propagado na estrutura hierárquica que a contém. Diferentes componentes podem responder de maneiras diferentes a um mesmo evento.

Para a realização do cálculo de KPIs, de maneira a apresentar de forma precisa e prática as informações consolidadas, representando a dimensão operacional dos componentes do processo, foram criadas algumas funções de extração de informações básicas para as partes que compõem o KPI.

## **2.1 Funções Básicas**

### **2.1.1 Tempo total de um evento em um período**

A função é responsável por recuperar o tempo total que um determinado evento foi registrado para um componente, em um período escolhido.

### **2.1.2 Tempo total de um tipo de evento em um período**

A função é responsável por recuperar o tempo total que um determinado tipo de evento foi registrado para um componente.

### **2.1.3 Contar ocorrências de um evento**

A função básica é responsável por retornar o número de ocorrências de um evento para um componente.

### **2.1.4 Contar ocorrências de um tipo de evento**

A função básica é responsável por retornar o número de ocorrências de um determinado tipo de evento foi registrado para um componente.

### **2.1.5 Calcular produção de um Componente em um período**

Função utilizada para retornar a quantidade produzida por um componente em um período.

## **2.2 Tipos de Cálculo**

Os tipos de cálculo, ou seja, a forma como os dados são extraídos da função básica, foram definidos conforme a definição abaixo, e estão relacionados com a organização hierárquica dos componentes:

### **2.2.1 Cálculo baseado nos eventos próprios do Componente**

Nesse tipo de cálculo, somente os eventos apontados diretamente para o componente selecionado devem ser processados. É a única opção de cálculo para os componentes do tipo físico.

### **2.2.2 Cálculo baseado nos eventos dos filhos do Componente**

Esse tipo de cálculo tem como principal característica o cálculo dos indicadores do componente selecionado pela média dos indicadores calculados para os filhos do componente. Desse modo, o cálculo é recursivo sobre as funções básicas dos componentes filhos.

### **2.2.3 Cálculo baseado nos eventos dos descendentes mais distantes do Componente**

Esse tipo de cálculo leva sempre em consideração os eventos registrados para os componentes mais básicos, ou em nível mais baixo associadas ao componente selecionado.

## **2.3 Recursão**

Todos indicadores que possuem fórmulas de cálculo para seus indicadores devem ter as parcelas das fórmulas processadas de maneira recursiva.

**Tabela 1:** Os tipos de cálculo por tipo de KPI

	KPIs sem Fórmula	KPIs com Fórmula
Filhos	Realiza uma das fórmulas básicas de cálculo para componentes utilizando as informações dos eventos de nível mais baixo, sub-componentes.	Calcula cada parcela da fórmula do indicador recursivamente. Cada parcela da fórmula pode estar relacionada com um grupo ou outros indicadores. Sempre utilizando os registros das unidades operacionais de níveis mais baixos.
Média dos Filhos	Toma como base uma das fórmulas básicas e calcula o indicador da unidade operacional selecionada como a média dos indicadores de seus filhos	Calcula o indicador da unidade operacional selecionada como média dos indicadores das unidades operacionais filhas. As parcelas das fórmulas dos indicadores são calculadas recursivamente.
Própria	Realiza uma fórmula básica de cálculo de indicadores da unidade operacional baseada nos eventos apontados para a própria unidade operacional	Calcula cada parcela da fórmula do indicador baseada nos eventos apontados para a unidade operacional selecionada.

### 3 RESULTADOS

Para demonstrar como as funcionalidades disponíveis na ferramenta MES representaram uma evolução ao mecanismo para cálculo de KPIs, uma comparação entre a maneira antiga como esses eram calculados e a nova abordagem é apresentado a seguir.

Anteriormente, cada cenário era reproduzido para o conjunto de equipamentos que se desejava analisar, exibindo seu *status* de operação ao longo do dia em uma planilha, e através desses valores eram realizados cálculos dos KPIs utilizando fórmulas definidas pelo usuário, como representado na Figura 4. Essa maneira dificulta consideravelmente a extração de indicadores de maneira flexível, e para um conjunto de equipamentos configurável.

Atualmente, o MES oferece um ambiente para criação de indicadores de maneira iterativa, facilitando a identificação dos que já existem no sistema, permitindo sua alteração e inclusão de novos. O seu cálculo pode ser definido a partir de operações matemáticas utilizando indicadores já cadastrados, ou através das funções básicas que extraem informações a partir dos eventos. Além disso, podem ser associados limites superiores e inferiores para cada indicador.

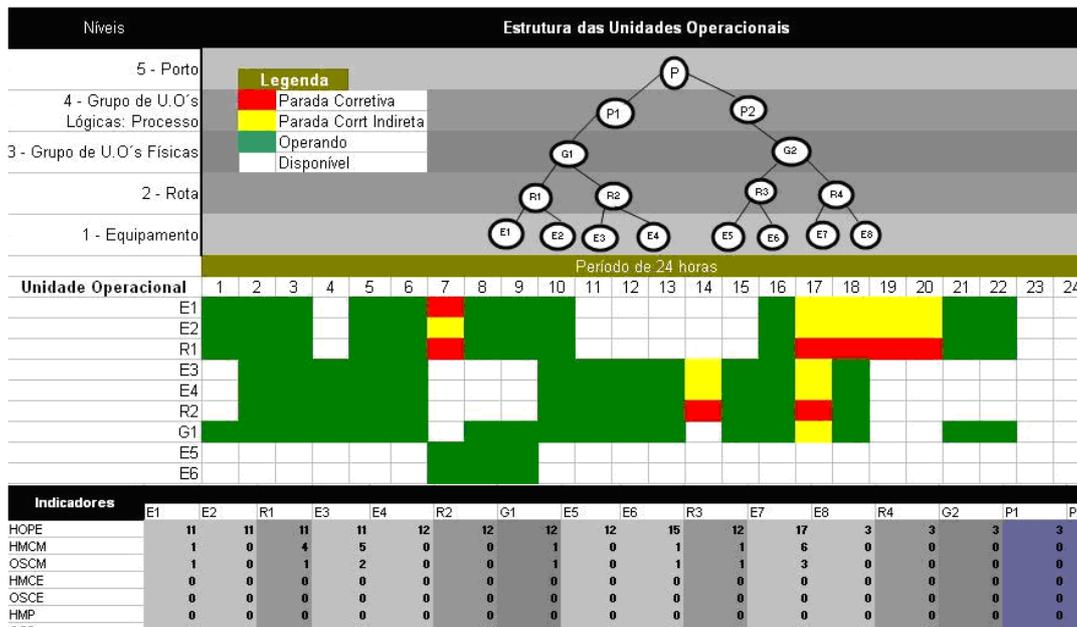


Figura 4: Processo de extração de Indicadores antigo.

A Figura 5 representa como as informações referentes a esses indicadores podem ser extraídos para um conjunto de equipamentos, podendo ser exibidas em modo gráfico ou numérico, para um período de tempo configurável. Permitindo a inserção ou exclusão de equipamentos, bem como dos indicadores analisados.

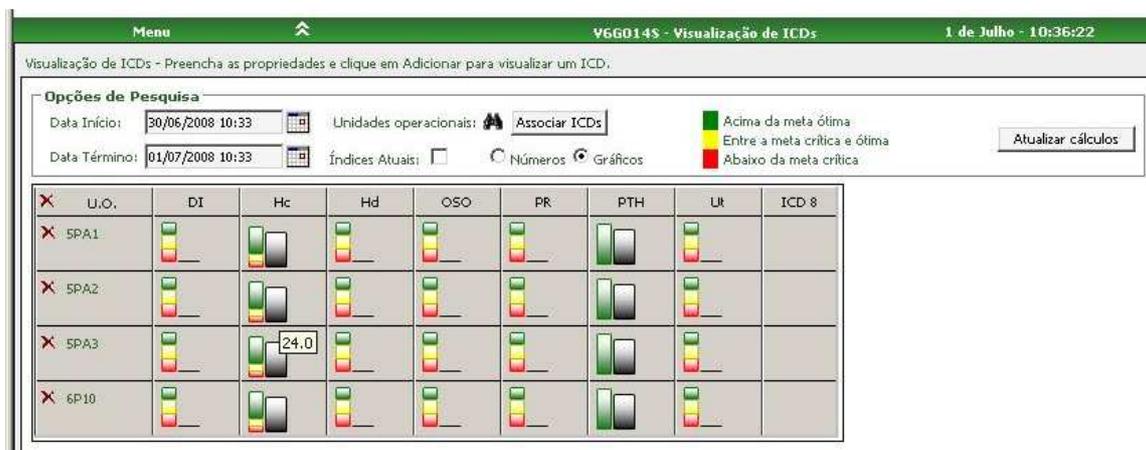


Figura 5: Visualização de Indicadores através do MES.

Essa flexibilidade é fundamental, já que sabemos que o ciclo de vida de um KPI é relativamente curto, e o seu objetivo varia de acordo com os objetivos da própria corporação, podendo os KPIs serem alterados, renovados ou extintos ao longo de um projeto estratégico corporativo.

Atualmente essa abordagem é utilizada no sistema MES do Porto, desenvolvido para o Porto de Tubarão da Vale. Proporcionando as seguintes vantagens:

- menos esforço para a extração dos KPIs;
- aumento da quantidade de dados adquiridos;
- maior disponibilidade de informação sobre o processo de produção; e
- obtenção dos KPIs em tempo real.

## 4 DISCUSSÃO

Antes da implantação dessa nova abordagem na Vale, a extração de dados para os KPIs eram feitas através de relatórios gerados manualmente. Com isso, havia a necessidade de dedicação exclusiva de uma área para o cálculo e extração dos dados, demandando um grande esforço e gerando atraso na entrega dos relatórios.

Com atual configuração do sistema, é possível monitorar em tempo real a situação dos equipamentos do Porto através da propagação dos eventos, permitindo que a extração de KPIs possa ser feita de maneira muito mais rápida, evitando atrasos na entrega e apresentando as informações acessíveis a qualquer momento.

Além disso, a visualização dos indicadores em modo gráfico contribui para uma identificação mais rápida dos pontos críticos, que poderiam passar despercebidas no caso de uma abordagem apenas numérica. Entretanto, existe um esforço inicial de parametrização da estrutura hierarquizada dos componentes do Porto e também dos KPIs que serão utilizados.

Sendo os KPIs utilizados para dar visibilidade a algum processo, seus valores são atribuídos a partir das determinações que cada responsável por área impõe aos indicadores, de modo a melhor atender às suas necessidades. A falta de padrão entre os KPIs de diferentes áreas, não compromete uma avaliação global do processo, já que o cadastro de KPIs é feito através de fórmulas, e seus resultados expressos em termos quantitativos.

## 5 CONCLUSÃO

Essa abordagem apresenta uma proposta inovadora de extração de dados de KPIs de processos industriais utilizando-se de cálculos simples, tais como, totalização, quantificação e até o processamento complexo das fórmulas baseadas por tipo de cálculo. A ferramenta desenvolvida oferece um mecanismo flexível e eficiente para obtenção de KPIs em tempo real ou histórica.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 CRUZ, Bruno Silveira. Agregando Valor ao Negócio. Métricas de TI. Disponível em <[http://imasters.uol.com.br/artigo/8240/gerencia/agregando\\_valor\\_ao\\_negocio\\_metricas\\_de\\_ti/](http://imasters.uol.com.br/artigo/8240/gerencia/agregando_valor_ao_negocio_metricas_de_ti/)> Acesso em: 9 de junho de 2008.
- 2 Manufacturing Execution Systems Association (MESA). Disponível em: <[www.mesa.org](http://www.mesa.org)> Acesso em: 9 junho 2008.