

## METODOLOGIA DE CALCULO DO OEE UTILIZANDO O PIMS NA ARCELORMITTAL TUBARÃO \*

Alexandre Magno Ferreira de Magalhães<sup>1</sup>  
Antonio Carlos Aguiar Gagno Junior<sup>2</sup>  
Geisa Moura Costa<sup>3</sup>

### Resumo

No contexto da empresa siderúrgica ArcelorMittal Tubarão, este artigo aborda um estudo de caso da utilização da ferramenta OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) do sistema de gerenciamento de dados, PIMS (*Process Information Management Systems*), na gestão do processo da unidade do RH (*Ruhrstahl Heraeus*). Com o objetivo de analisar a produtividade do equipamento e identificar possíveis limitações na operação da unidade encarregada pelo refino do aço, RH. A metodologia proposta pretendeu, além de auxiliá-la na medição do OEE, mostrar como ele pode ser medido de forma automática, diminuindo os erros de inserção manual de dados e aumentando a exatidão nos cálculos dos indicadores de disponibilidade e desempenho. O objetivo do trabalho é realizar uma comparação temporal do equipamento, entende-se que na empresa o OEE é um indicador utilizado como comparação do próprio equipamento para promoção de sua melhoria contínua. Os resultados mostram como é possível identificar os eventos de produção e parada e analisar suas causas focando nas mais prioritárias.

**Palavras-chave:** Overall Equipment Effectiveness (OEE); Process Information Management Systems (PIMS); Manutenção; Melhoria Contínua.

### OEE CALCULATION METHODOLOGY USING PIMS IN ARCELORMITTAL TUBARÃO

#### Abstract

In the context of the steel company ArcelorMittal Tubarão, this article addresses a case study of the use of the OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) tool of the data management system, PIMS (*Process Information Management Systems*), in the process management of the RH unit (*Ruhrstahl Heraeus*). With the objective of analyzing the productivity of the equipment and identifying possible limitations in the operation of the unit in charge of the steel refining, RH. In addition to helping to measure the OEE, the proposed methodology showed how it can be measured automatically, reducing errors of manual insertion of data and increasing the accuracy in the calculations of the indicators of availability and performance. The objective of the work is to perform a temporal comparison of the equipment, it is understood that in the company the OEE is an indicator used as a comparison of the equipment itself to promote its continuous improvement. The results show how it is possible to identify the production and stop events and analyze their causes focusing on the most important ones.

**Keywords:** Overall Equipment Effectiveness (OEE); Process Information Management Systems (PIMS); Maintenance; Continuous Improvement.

<sup>1</sup> Engenharia Elétrica, Bacharel em engenharia elétrica, Analista de Sistemas, ETPI Sistemas e Automação, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.

- <sup>2</sup> Engenharia Elétrica, Mestre em Gerenciamento de Projetos, Especialista na área de Engenharia de Automação de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- <sup>3</sup> Engenharia Elétrica, Bacharel em engenharia elétrica, Analista de Sistemas, ETPI Sistemas e Automação, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

No atual mercado globalizado e de alta concorrência se é exigido qualidade, eficiência na produção e sustentabilidade para prevalência das empresas. Assim para alcançar os requisitos utiliza-se de ferramentas e técnicas para auxílio no alinhamento da estratégia. Técnicas e metodologias de manutenção tem um papel importante para com o processo. Definir uma boa gestão e plano de manutenção implica diretamente na disponibilidade, performance e qualidade dos ativos da linha de produção.

O conceito TPM foi apresentado por Nakajima em 1989,(Nakajima, 1989) e tem por propósito disponibilizar a total eficiência do ativo, eliminando inatividade, perdas de desempenho e defeitos de qualidade. O conceito TPM nos apresentou o indicador chave de eficiência global do equipamento (OEE). O OEE é um dos principais indicadores de performance que correlaciona a disponibilidade, performance e qualidade do ativo. O OEE tem um papel importante na identificação dos principais entraves do ativo a fim de se alcançar a eficiência total.

Utilizando-se a automação é possível medir o tempo de indisponibilidade dos equipamentos automaticamente a partir de medições em campo. Neste sentido, o PIMS se torna uma boa alternativa de ferramenta para o calculo do indicador. Ele possibilita a coleta on-line dos dados de variáveis de processos e equipamentos e mantém o histórico para análises de comparação. Além da disponibilidade, é possível medir a velocidade de trabalho quando é possível ser modelada pelas variáveis lidas no campo.

### 1.1 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)

O OEE é um indicador de desempenho crítico (KPI) alinhado a manutenção e produção que mensura a eficácia dos ativos de fabricação de como estão sendo utilizados e contribui a alcançar os objetivos da organização. Suas aplicações são em programas de eficácia da manutenção, na melhoria da produtividade e na otimização do alcance da produção. O OEE é uma medida de análise em três partes independentes: a análise de disponibilidade, a análise de performance e a análise de taxa de qualidade, cada análise com a sua própria métrica e perda descritas na equação 1 a seguir.

$$OEE(\%) = \text{Disponibilidade}(\%) \times \text{Performance}(\%) \times \text{Taxa de qualidade}(\%) \quad (1)$$

Para a primeira análise do indicador OEE efetuamos o cálculo da disponibilidade, que é a proporção da quantidade de tempo que o ativo esteve efetivamente operando para produção em comparação com o tempo que estava programado para produzir. Esse é o tempo real em que o equipamento está criando valor, ou seja, é todo o calendário menos o tempo quando não está fazendo nenhum trabalho de valor agregado, seja devido a falhas, avarias etc. A disponibilidade é a relação entre o tempo de operação e o tempo de produção planejado como descrito na equação 2 a seguir.

$$\text{Disponibilidade}(\%) = \frac{\text{Tempo de operação real}}{\text{Tempo disponível bruta}} \times 100 \quad (2)$$

A segunda análise a ser realizada é da performance, seu cálculo é realizado através da comparação do real tempo de ciclo contra o tempo de ciclo ideal, ou seja, é a proporção da taxa de execução real do ativo em comparação com a taxa de corrida ideal como descrito na equação 3 a seguir.

$$\text{Performance}(\%) = \frac{\text{Taxa de produção real}}{\text{Taxa de produção de design}} \times 100 \quad (3)$$

E a terceira análise é o cálculo da taxa de qualidade, é quando há produção desperdiçada e não se encontra com os padrões de qualidade definidos. É o cálculo da proporção da quantidade de produto fabricado dentro da especificação em comparação com a quantidade total de peças fabricadas. Descrito na equação 4 a seguir.

$$\text{Taxa de qualidade} (\%) = \frac{100 \times (\text{unidades totais produzidas} - \text{unidades defeituosas produzidas})}{\text{unidades totais produzido}} \quad (4)$$

Vantagens do OEE:

- Medir o atual sistema de fabricação e compara com os valores futuros.
- Salientar os maus desempenhos e identificar as necessidades de melhoria.
- A linha estudada e realizada pode ser utilizada como referência para a outra instalação similar na fábrica através do método de Benchmarking, ou seja, para buscar os melhores exemplos de métodos, processos, procedimentos e produtos para estabelecer um padrão e avaliar o desempenho próprio em termos de qualidade, produtividade ou custo.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Módulo do OEE no PIMS

PIMS, *Process Information Management Systems*, são sistemas que adquirem dados de processo de diversas fontes como CLP's, SDCD's, SCADA, entre outros sistemas de automação, armazenam num banco de dados históricos e os disponibiliza através de diversas formas de representação.

Atualmente, o PIMS se constitui em uma ferramenta fundamental para o engenheiro de processos, permitindo uma maior gestão de dados. A partir de aplicações como tabelas, gráficos de tendência e sinótico, transformando informações em conhecimento. A capacidade de gerar outros dados através de cálculos e de armazená-los por longos períodos de tempo sem ter que enviá-los a um mainframe constitui um grande ganho para o engenheiro, permitindo ganhos diretos e indiretos no processo produtivo.

O software do PIMS utilizado neste artigo é o *Infoplus.21* da empresa *Aspentech*. Este possui um módulo destinado ao cálculo do OEE, que assim como na literatura é composto pelas métricas de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.

O recurso de visualização OEE está disponível através da opção *Aspen Analytics*, que é acessível apenas através de *aspenONE Process Explorer* na página da web. O aplicativo OEE relata essas métricas em gráficos que mostram as perdas

(Oliveira, 2017). Analisando as perdas individualmente, os gráficos de Pareto e pizza revelam as causas mais comuns de diferentes tipos de perdas.

No PIMS existem dois tipos de eventos:

- Eventos de Produção: Quando o equipamento está em operação e produzindo produtos.
- Eventos de Paradas: Quando a planta não está operando, portanto não produzindo.

Estes eventos devem ter início e fim, e nunca se sobrepõem, pois estes dados são armazenados no banco de dados do PIMS de forma temporal. A seguir detalharemos cada um.

A Figura 1 relaciona a nomenclatura utilizada no PIMS com a nomenclatura utilizada pela empresa. Não é possível alterar os termos utilizado na aplicação web do PIMS, mas esse relacionamento é importante, pois as classificações de paradas são definidas de acordo com as definições da empresa.

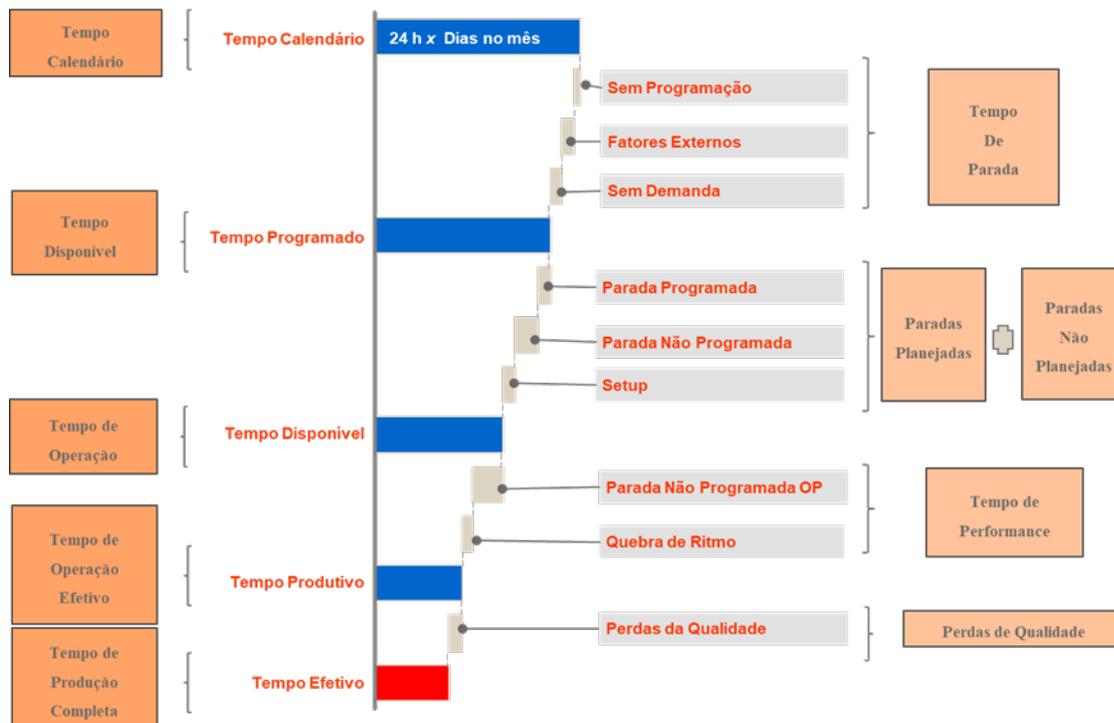


Figura 1 - Desagregação do OEE Correlacionado com o PIMS.

Desta forma, as equações 1, 2,3 e 4 podem ser rescritas para o cálculo do OEE no PIMS pelas equações 5, 6, 7, 8 respectivamente:

$$OEE(\%) = Disponibilidade(\%) \times Performance(\%) \times Qualidade(\%) \quad 1$$

$$Disponibilidade(\%) = \frac{Tempo\ de\ Operação}{Tempo\ de\ Programado} \times (100\%) \quad 2$$

$$Performance(\%) = \frac{Tempo\ de\ Operação\ Efetivo}{Tempo\ de\ Operação} \times (100\%) \quad 3$$

$$Qualidade(\%) = \frac{Tempo\ de\ Produção\ Completa}{Tempo\ de\ Operação\ Efetivo} \times (100\%) \quad 4$$

## 2.2 METODOLOGIAS PARA IMPLANTAÇÃO

A proposta é utilizar o PIMS para o cálculo automático do OEE, fornecendo o indicador de disponibilidade do equipamento com maior confiabilidade, o indicador de performance com maior precisão nos intervalos de operação do equipamento e historiador temporal dos dados. Além disto, cruzar as informações de paradas identificadas com as paradas registradas nos sistemas de manutenção e processos a fim de analisar as paradas em nível de subequipamentos. A Figura 2 apresenta o fluxograma das informações do indicador.

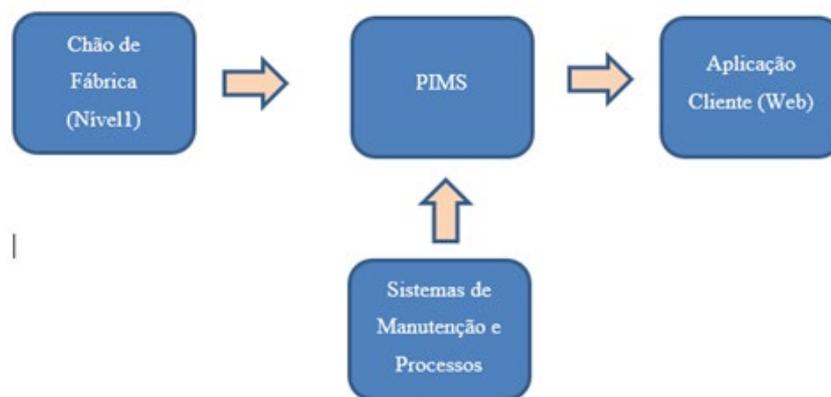


Figura 2- Fluxograma das informações para o cálculo do OEE.

### 2.2.1 Identificações dos Eventos de Produção e Parada do Equipamento

Para Identificação dos Eventos de Produção e Parada dos equipamentos é selecionada uma ou mais variáveis correlacionadas ao processo de operação, suficientes para identificar se o equipamento está em operação produzindo ou parado. A dinâmica de processo do RH (*Ruhrstahl Heraeus*) basicamente inicia-se com a chegada da panela pelo carro transportador na estação, onde a panela é elevada para tratamento que possui um período médio de duração. Após este tempo a panela é então descida, devolvida ao carro transportador e uma nova panela chega para tratamento. A Figura 3 apresenta alguns ciclos de operação de pesagens durante o processo. Para este caso, a variável de peso foi selecionada para identificação dos eventos do RH, chamada de tag de leitura (em vermelho). É definido um tempo máximo de intervalo ( $T_{max}$ ) entre um ciclo e outro, intervalos maiores que este é considerado como tempo de parada de equipamento. Os períodos de parada são identificados e armazenados em outra variável, definida como Tag de operação (em azul) com o valor 0 (zero), indicando evento de Parada. Os demais períodos onde os intervalos entrem ciclos são menores que  $T_{max}$ , são armazenados com valor 1 (um) indicando evento de produção. Ainda há períodos em que pode ocorrer falha na coleta do PIMS, nesses intervalos as tags de leitura não possuem valores armazenados, para este caso é gravado o valor de -1 (um negativo) na tag de operação.

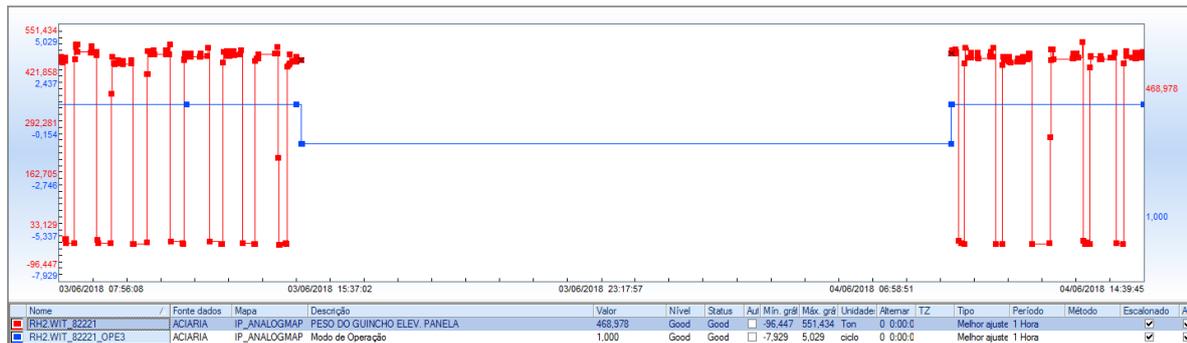


Figura 3 - Identificação dos Eventos de Produção e Parada do Equipamento do RH.

## 2.2.2 Definições dos parâmetros de Performance e Qualidade

Para análise da performance do equipamento, é necessário definir a taxa nominal de produção ( $T_n$ ). Esta taxa varia diariamente conforme metas estabelecidas pela gerencia de produção da empresa. Foi definida uma média dos maiores 10% de  $T_n$  no período de 1 anos.

Devida ao alto reaproveitamento do aço fora das especificações dos pedidos, a empresa considera que não há perdas de qualidade do produto, mantendo assim a métrica de qualidade sempre igual a 100%.

## 2.2.3 Identificação dos Eventos de Perda de Performance e Qualidade

Definidos os períodos dos eventos de produção e parada, calcula-se as perdas de performance e qualidade. De acordo com  $T_n$ , para cada evento de produção é verificado o quanto foi produzido no período, possibilitando o calculo da velocidade do equipamento e, se houver, a perda de performance. Como descrito na seção anterior 2.2.2, não é considerado perda de qualidade.

## 2.2.4 Identificações dos Tipos de Eventos de Paradas

Os dados de Eventos de Paradas são extraídos do PIMS e cruzados com as informações dos sistemas de manutenção e operação de forma off-line. São identificados os tipos de paradas e classificadas de acordo com as classes predefinidas pela empresa, também são identificados os subequipamentos e retornados esses dados para o PIMS.

## 2.3 RESULTADOS

As figuras a seguir a presentam os resultados obtidos com a implementação da metodologia de calculo do OEE no PIMS. Foi selecionado um intervalo que apresentasse períodos de eventos de parada planejada, parada não planejada e tempo fora. A Figura 4 apresenta o gráfico inicial da aplicação, onde são apresentados de forma macro as métricas de disponibilidade, performance e qualidade e as principais perdas no processo.

66.02\_RH2 : ACIARIA  
01, January 2018 | 00:00 - 01, May 2018 | 00:00

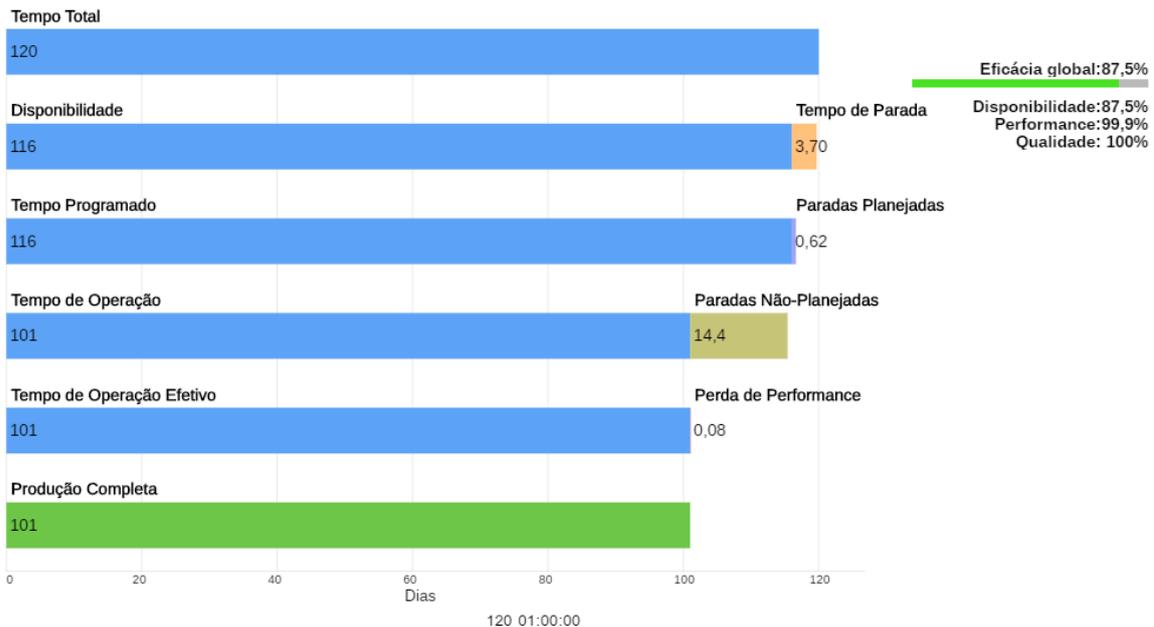


Figura 4 - Gráfico de Barras dos Eventos de operação e parada do RH.

Também é possível visualizar os dados por gráficos de pizza, para representação percentual de cada evento, Figura 5.

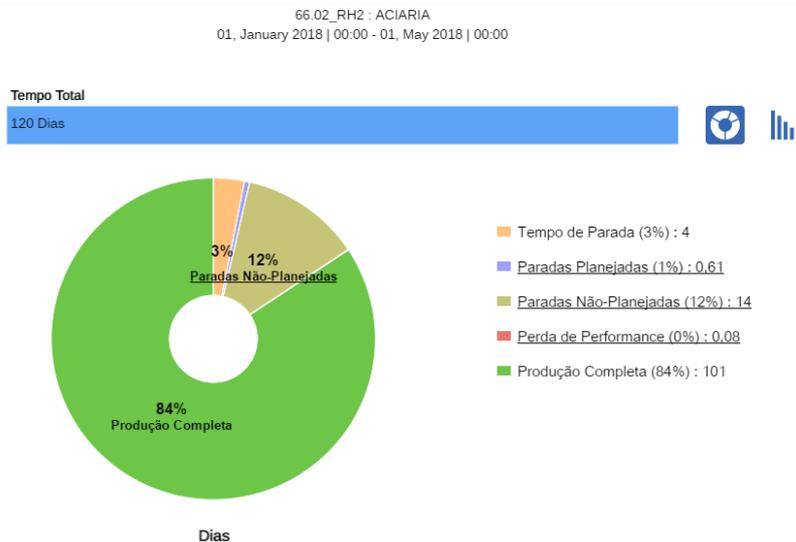


Figura 5 - Gráfico de Pizza dos Eventos de operação e parada do RH.

Par análise mais detalhadas, é possível “explodir” os gráficos e visualizar as causas das perdas e em quais subequipamentos ocorreram.

A Figura 6 apresenta em quais subequipamentos ocorreram às paradas planejadas. É comum que as paradas planejadas em sua maioria ocorram para todo o equipamento, no caso o RH representa um percentual de 91% das paradas e a penas 9% para o subequipamento (Sistema de Lçamento de Painela).

66.02\_RH2 : ACIARIA  
01, January 2018 | 00:00 - 01, May 2018 | 00:00

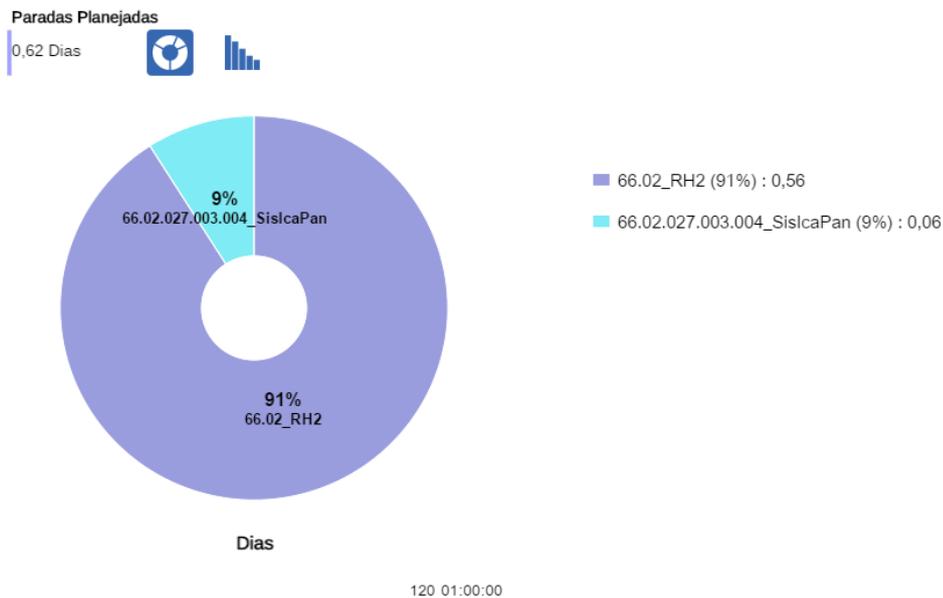


Figura 6 – Paradas Planejadas por equipamentos.

Para as paradas não planejadas os diagramas de Pareto permitem uma melhor visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes. O principal objetivo é demonstrar onde deve ser dado maior foco, possibilitando a concentração de esforços sobre as principais causas de problemas e perdas de forma qualitativa. A Figura 7 apresenta as principais causas de perdas no processo. Onde a maior frequência é definida por “OUTROS”, o que indica a necessidade de priorizar essas causas inclusive rever sua classificação.

66.02\_RH2 : ACIARIA  
03, January 2018 | 03:03 - 01, May 2018 | 00:00

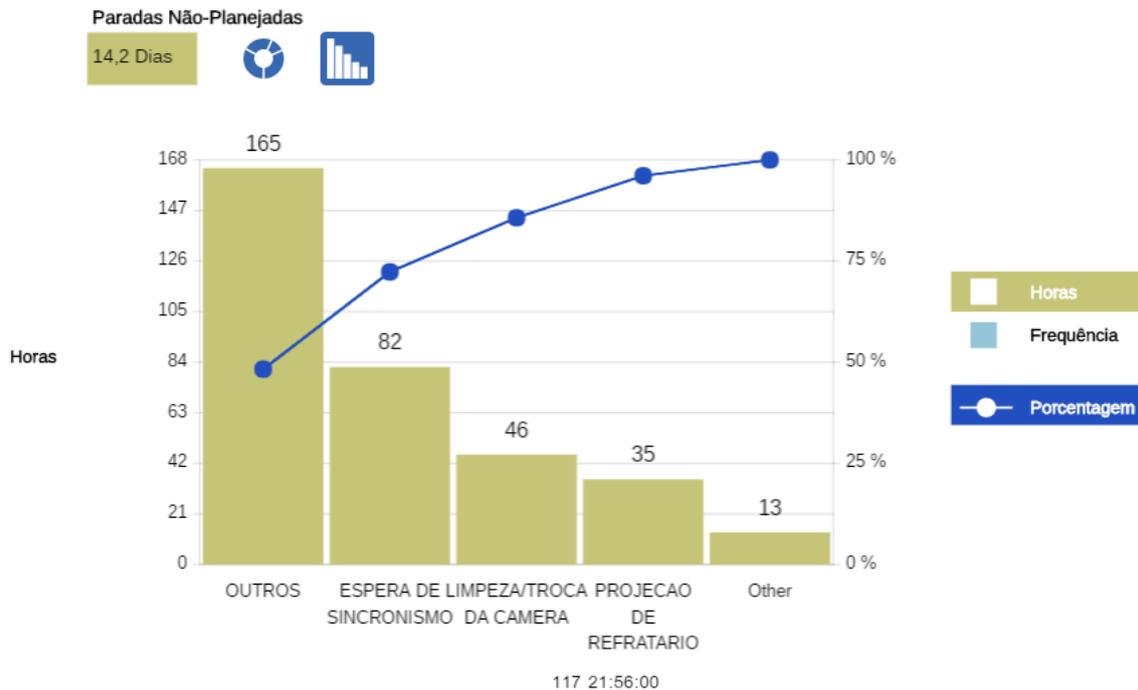


Figura 7- Diagrama de Pareto das causa de perdas nas paradas não planejadas do RH.

### 3 CONCLUSÃO

O indicador OEE pode ser definido como uma importante ferramenta de apoio a decisão no desempenho do equipamento. A empresa já utiliza este indicador, e agora integrado ao PIMS traz a vantagem de identificação de eventos de forma automática e *on-line*, reduzindo os erros de inserção manual aumentando a confiabilidade do cálculo. Por se tratar de um software muito utilizado na empresa a aplicação pode ser utilizada por profissionais da área técnica, gestão e confiabilidade da manutenção e desta forma acompanhar de forma contínua o desempenho do equipamento.

#### 3.1 PRÓXIMOS PASSO

Há oportunidades de melhoria para o cálculo do OEE, dentre elas destacamos:

- Utilizar essa metodologia em outros equipamentos da empresa;
- Integração do PIMS com os sistemas de manutenção e processos, para a coleta automática das causas de paradas;
- Modelagem do indicador de taxa qualidade a partir de variáveis do PIMS.

### 4 REFERÊNCIAS

- 1 NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional SistemasEducativos Ltda., 1989.
- 2 Oliveira, R. B. Overall Equipment Effectiveness (OEE). 2017. Disponível em: <<https://esupport.aspentech.com>>. Acesso em: 01 de junho, 2018.