

WEDGE – Ferramenta on-line de gerenciamento, análise e otimização de processos

WEDGE – On-line processes management, analysis and optimization tool

Autores/Authors: Rodrigo Prado¹
Ronnie Marcelo Biasotto²
Marcos Machado³
Vicente Nunen Carrilho⁴
Juliana Maria Albuquerque⁵
Tatiana Frassao⁶

ESTE ARTIGO FOI PREMIADO COMO O MELHOR DA SESSÃO TÉCNICA DE CELULOSE II NO ABTCP 2008.

THIS PAPER WAS AWARDED AS THE BEST ONE PRESENTED DURING THE PULP II TECHNICAL SESSION AT ABTCP 2008.

Palavras-chave: *Benchmarking*, otimização, indicadores de processo, melhoria contínua, monitoramento on-line

Keywords: *Benchmarking*, continuous improvement, optimization, process indicators, on-line monitoring

RESUMO

Este artigo resume a implementação de um sistema de gerenciamento, análise e otimização on-line de processo na Lwarcel Celulose e Papel, dentro da filosofia “PIMS and MES” para a implementação de indicadores de processo, compreensão das variáveis e sua relação causa-efeito no processo, bem como a obtenção de *benchmarking* operacional. A análise de processo, através de ferramentas estatísticas aliadas a algoritmos de modelação matemática utilizados no Wedge, possibilita identificar as informações relevantes para melhoria de processo e qualidade no concernente a eficiência, manutenção de equipamentos, produtividade e uniformidade da qualidade do produto final, redução de paradas não desejadas e resolução mais rápida dos problemas de processo.

ABSTRACT

This article summarizes the implementation of an online process management, analysis, and optimization tool at Lwarcel Celulose e Papel, within the “PIMS and MES” philosophy, for process indicator implementation, understanding of variables, and their cause-effect relationship in the process, as well as the achievement of operational benchmarking. The process analysis, by means of statistical tools, allied to mathematical modeling algorithms used in Wedge, makes it possible to identify the relevant information for process and quality improvement with regard to efficiency, equipment maintenance, productivity, and uniformity of the end product quality, reduction of unwanted shutdowns, and quicker resolution of process problems.

*Referências dos Autores / Authors' references:

- 1 - Savcor Process, gerente de projetos, especialização celulose UFV, engenheiro químico USP
- 1 - Savcor Process, projects manager, graduation in pulp by UFV, chemical engineer by USP
- 2 - Savcor Process, engenheiro de projetos, engenheiro químico UFPR
- 2 - Savcor Process, projects engineer, chemical engineer by UFPR
- 3 - Lwarcel Celulose e Papel, técnico em açúcar e álcool e celulose e papel UFV
- 3 - Lwarcel Celulose e Papel, technician in sugar & alcohol and pulp & paper
- 4 - Lwarcel Celulose e Papel, engenheiro eletricitista UNESP
- 4 - Lwarcel Celulose e Papel, electrical engineer by UNESP
- 5 - Lwarcel Celulose e Papel, engenheira química UFSC
- 5 - Lwarcel Celulose e Papel, chemical engineer by UFSC
- 6 - Lwarcel Celulose e Papel, engenheira química USP, especialização UFV
- 6 - Lwarcel Celulose e Papel, chemical engineer by USP, graduated by UFV

Autor correspondente / Corresponding author: Rodrigo Prado – E-mail: rodrigo.rsp@savcor.com

INTRODUÇÃO

O perfil do cenário econômico atual e a busca contínua de redução de custos nas empresas de celulose e papel levam à necessidade da melhor compreensão do mecanismo de atuação das variáveis de processo relacionadas ao aumento da produtividade. Estas devem ser de fácil acesso e manipulação para todo o corpo técnico e gerencial das empresas.

Diferentes métodos para o gerenciamento da informação e acompanhamento operacional existentes são baseados em softwares específicos para a construção de base de dados e monitoramento do processo. Paralelamente, existe a necessidade de aplicação de ferramentas estatísticas para melhor compreensão das transformações pertinentes à dinâmica envolvida nos processos, com maior interesse nas de acompanhamento on-line. Uma ferramenta que, além do gerenciamento da informação, também possibilite aos corpos técnico e operacional da empresa compreender melhor as variáveis de processo e relacionar causa-efeito em tempo real tem sido, até agora, uma etapa a ser concluída. O caso aqui apresentado demonstra a aplicação de tal ferramenta.

O software de análise de processos Savcor–Wedge foi desenvolvido para detectar e analisar distúrbios em qualquer processo industrial, mediante métodos matemáticos e estatísticos avançados para análise e acompanhamento on-line do processo. As análises possibilitam maior compreensão das variáveis do processo e da qualidade, possibilitando implementações relativas a eficiência, manutenção elétrica, produtividade e uniformidade da qualidade do produto final, redução de paradas não desejadas e resolução mais rápida dos problemas de processo.

MÉTODOS DE ANÁLISE WEDGE

Os métodos de análise WEDGE são divididos em duas categorias:

- Os que encontram variações a partir do banco de dados de variáveis de processo;
- Os que encontram as correlações causa-efeito, dentre as quais: CEP, PCA, MAR e FFT, baseados em análise multivariável.

O caso descrito neste artigo demonstra aplicação direta do Wedge no acompanhamento da máquina de secagem da polpa celulósica e também da linha de fibras, assim como resultados obtidos na aplicação desta ferramenta como tecnologia de monitoramento on-line.

OBJETIVO

Através de ferramenta on-line de gerenciamento de processo, identificar e quantificar as variáveis de processo, identificar distúrbios e geradores de anomalias ocorridas nas áreas consideradas, fornecendo um feedback para *benchmark* e otimização de processo.

INTRODUCTION

The profile of the present economic scenario, associated with the continuous pursuit of cost reduction in the pulp and paper companies, results in the need for a better understanding of the mechanism according to which the process variables related to the increase in productivity behave. The latter should be of easy access and manipulation for the whole technical and managerial staff of the companies.

Different existing methods of information management and operational follow-up are based on specific softwares for database construction and process monitoring. In parallel to this, there is the need for statistical tool application, aiming to better understand the transformations pertinent to the dynamics involved in the processes, with greater interest in those of on-line follow-up. A tool that, in addition to information management, makes it also possible for the technical and operational staff of the company to better understand the process variables, establishing their cause-effect relationship in real time, has been up to now a step to be concluded. The case presented herein demonstrates the application of such a tool.

Savcor–Wedge process analysis software was developed to detect and analyze disturbances in any industrial process, by using advanced mathematical and statistical methods of on-line process analysis and follow-up. The analyses make it possible to better understand the process and quality variables, as well as to put into practice improvement actions aiming at efficiency, electric maintenance, productivity, and uniformity of the end product quality, reduction of unwanted shutdowns, and faster resolution of process problems.

WEDGE ANALYSIS METHODS

WEDGE methods of analysis are divided into two categories:

- *Those finding variations from the database of process variables;*
- *Those finding the cause-effect correlations, among which: CEP, PCA, MAR, and FFT, based on multivariable analysis.*

The case described in the present article demonstrates direct Wedge application to pulp drying machine and fiber line follow-up, as well as the results obtained by applying this tool as on-line monitoring technology.

PURPOSE

By means of the on-line process management tool, to identify and quantify the process variables, identify disturbances and sources of anomalies occurred in the addressed areas, providing a feedback for benchmark and process optimization.

Desenvolvimento

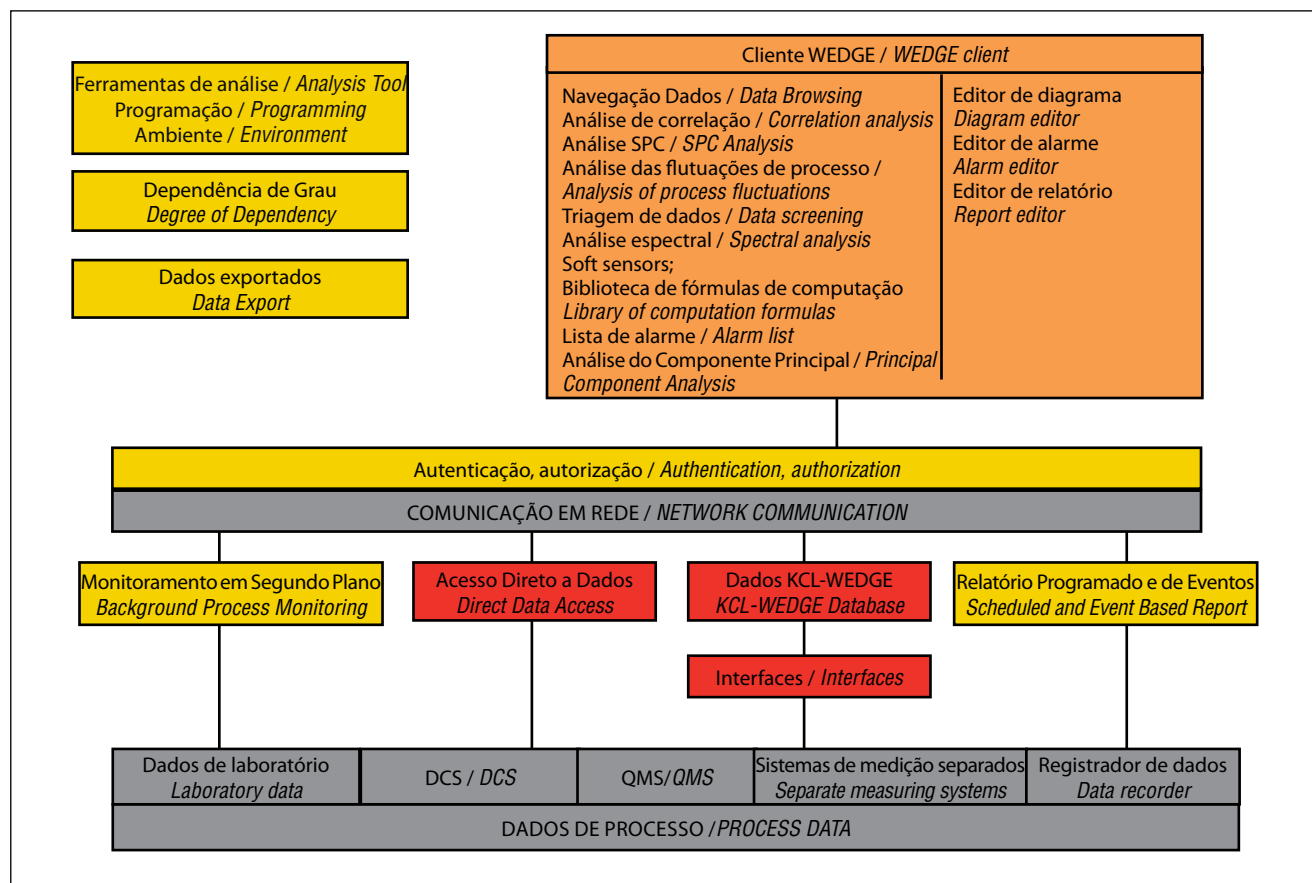
O processo abordado neste artigo tem como base a linha de fibras, contemplando: digestor, linha de fibras e secagem.

A comunicação foi realizada através de interface entre o servidor Wedge e o banco de dados da fábrica, através de um servidor OPC-HDA para acompanhamento on-line do processo e laboratório. O esquema aqui incluído demonstra o gerenciamento das informações:

Development

The process approached in this article is based on the fiber line, contemplating: digester, fiber line, and drying.

The communication was established through an interface between the Wedge server and the mill database, by means of an OPC-HDA server for on-line process and laboratory follow-up. The diagram below shows the information management:



A configuração foi efetuada criando-se diagramas de processo personalizados para cada área, onde é possível acessar de maneira simples os pontos dinâmicos disponibilizados no banco de dados. O software possibilita acompanhar o processo por gráficos em tempo real, utilizando todas as ferramentas aplicadas a variáveis on-line.

METODOLOGIA

O acompanhamento através de software on-line (Wedge) foi aplicado ao processo de celulose (Lwarcel – Lençóis Paulista – SP), abrangendo a Linha de Fibras, Caldeira de Recuperação Química e Máquina de Secagem.

Durante o processo de monitoramento foram levantados os perfis das áreas através das *trends* on-line obtidas pelo banco de dados existente. A próxima etapa foi a identificação de distúrbios ocorridos nas linhas acima citadas.

The configuration was carried out by creating customized process diagrams for each area, where it is possible to access in a simple way the dynamic points made available in the database. The software makes it possible to supervise the process by means of real-time graphs, using all tools applied to on-line variables.

METHODOLOGY

The follow-up through on-line software (Wedge) was applied to the pulp process (Lwarcel – Lençóis Paulista – SP), encompassing the Fiber Line, Chemical Recovery Boiler, and Drying Machine.

During the monitoring process, the profiles of the areas were surveyed through the on-line trends, obtained by the existing database. The next step was the identification of disturbances occurred in the above-mentioned lines.

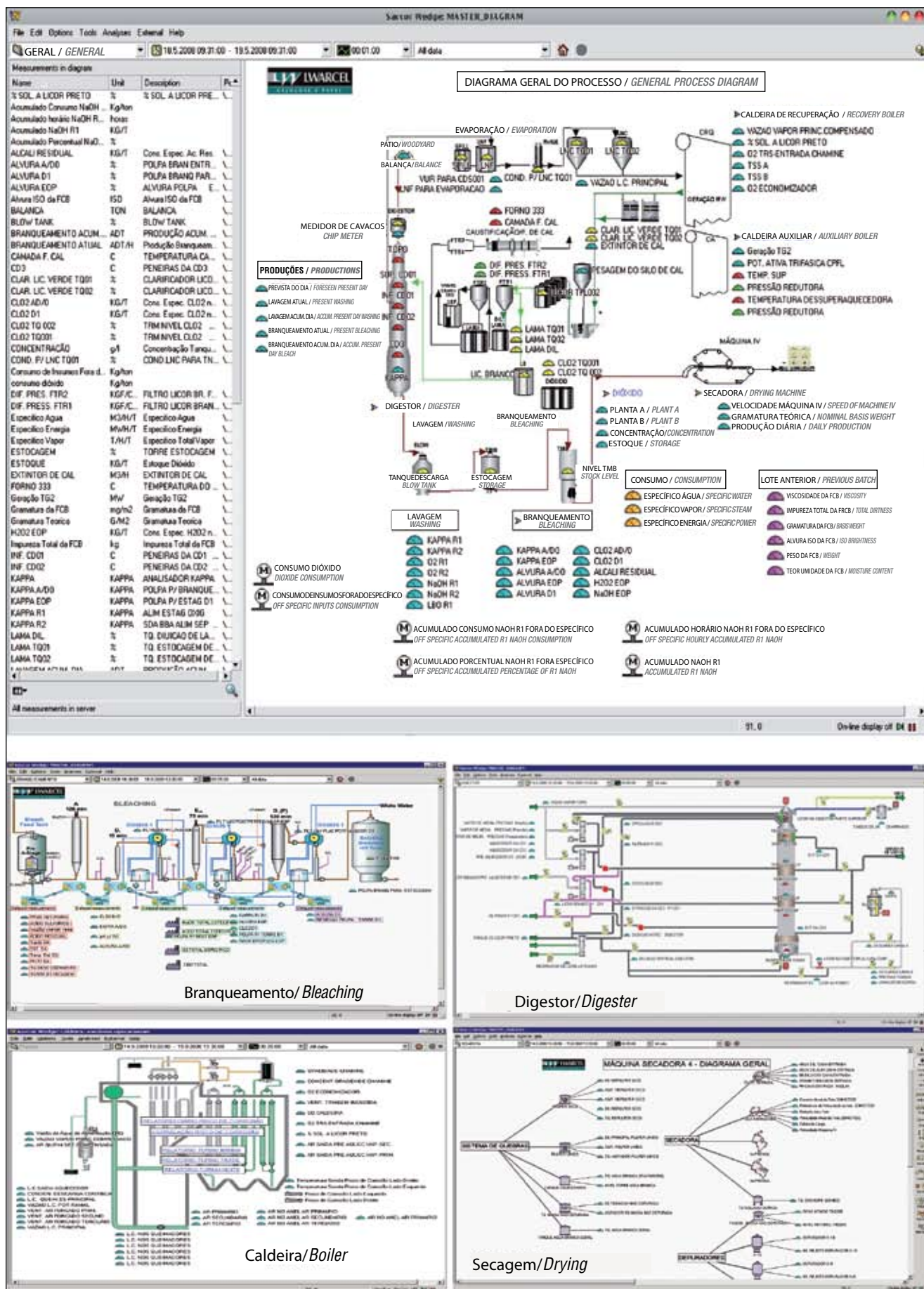


Figura 1. Diagrama geral de processo e áreas afins / Figure 1. General process diagram and similar areas

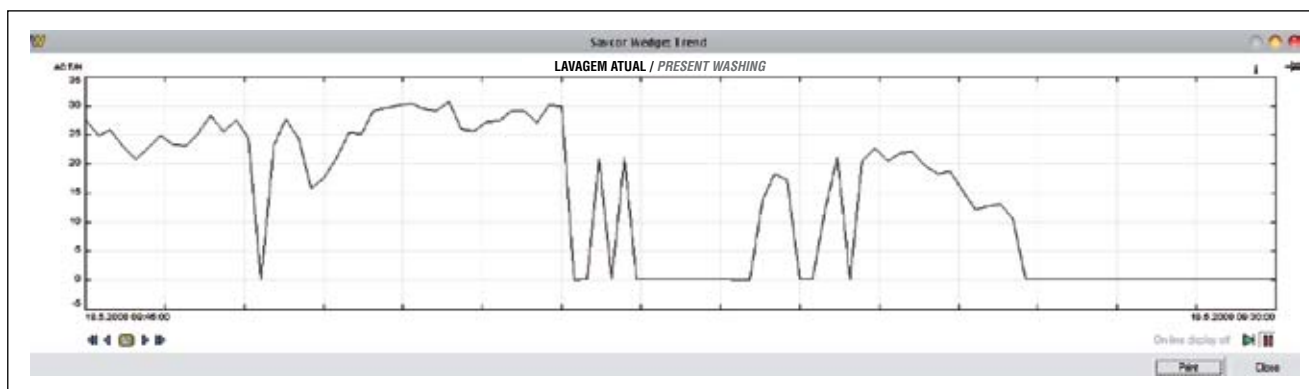


Figura 2. Trend on-line de variável da linha de lavagem / Figure 2. On-line trend of washing line variable

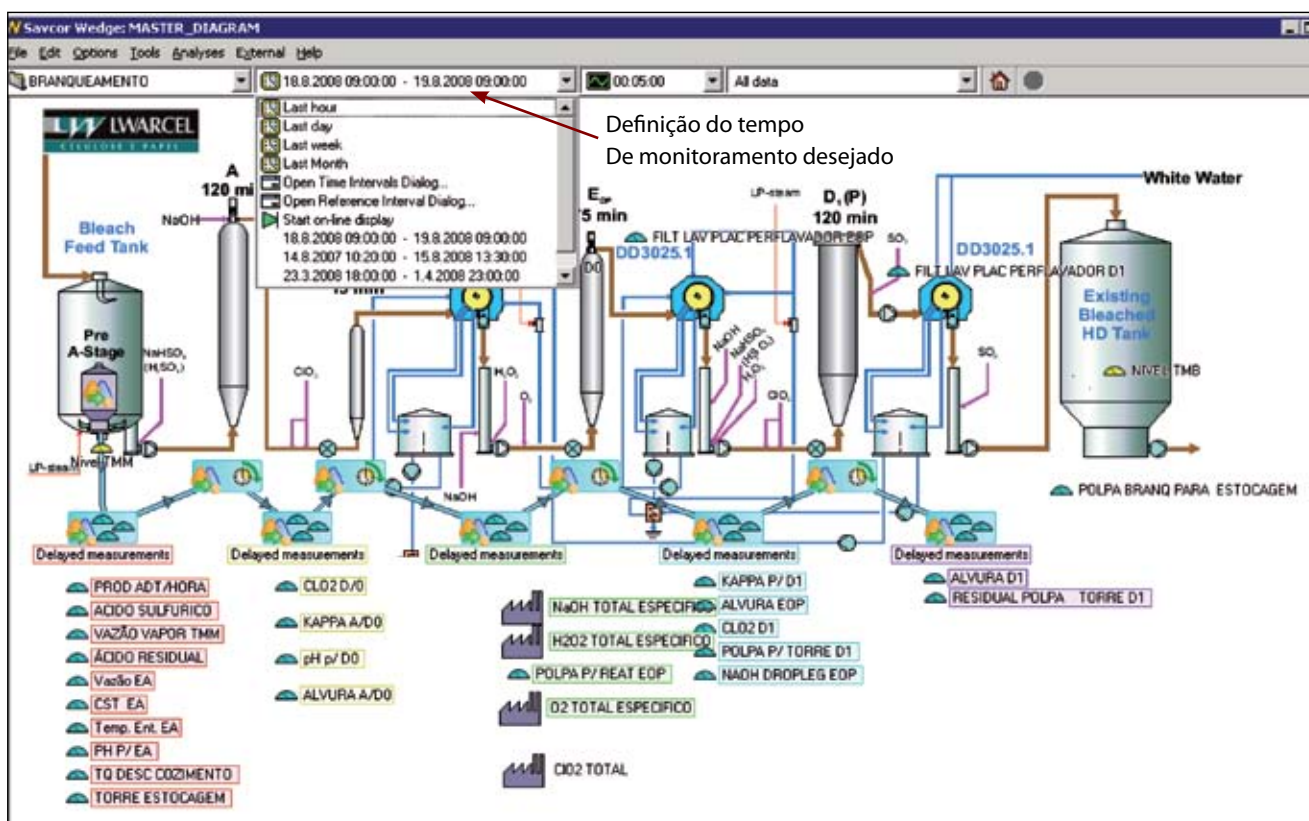


Figura 3. Trend on-line de variável da linha de branqueamento com variáveis de processo

Figure 3. On-line trend of bleaching line variable with process variables

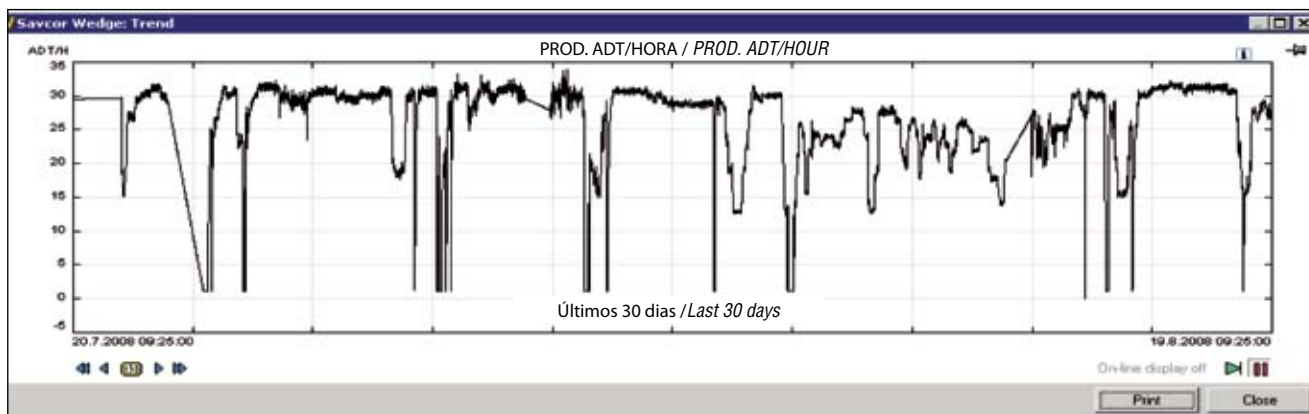


Figura 4. Trend on-line de variável de produção horária no período de 30 dias

Figure 4. On-line trend of hourly production variable in the 30-day period

O processo é acompanhado através de links dinâmicos, com atualização automática de acordo com o banco de dados da fábrica. Os links fornecem acesso direto às *trends* de variáveis, permitindo aos operadores acompanhar quaisquer distúrbios no processo, seja por simples visualização ou por alarmes disponibilizados na própria tela de acompanhamento

As oscilações conhecidas de processo que dificultam uma análise precisa da relação causa-efeito do processo, podem ser facilmente tratadas através do software, que separa a faixa desejada do processo a ser analisada, de acordo com o foco da análise.

The process is followed up by dynamic links with automatic updating according to the mill database. The links provide direct access to the variable trends, allowing the operators to follow up any disturbances in the process, either by simple visualization or by alarms made available on the follow-up screen itself.

The well-known process oscillations, which make it difficult to conduct a precise analysis of the cause-effect relationship of the process, can be easily dealt with through the software, which separates the desired process range to be analyzed, as per function of the focus of the analysis.

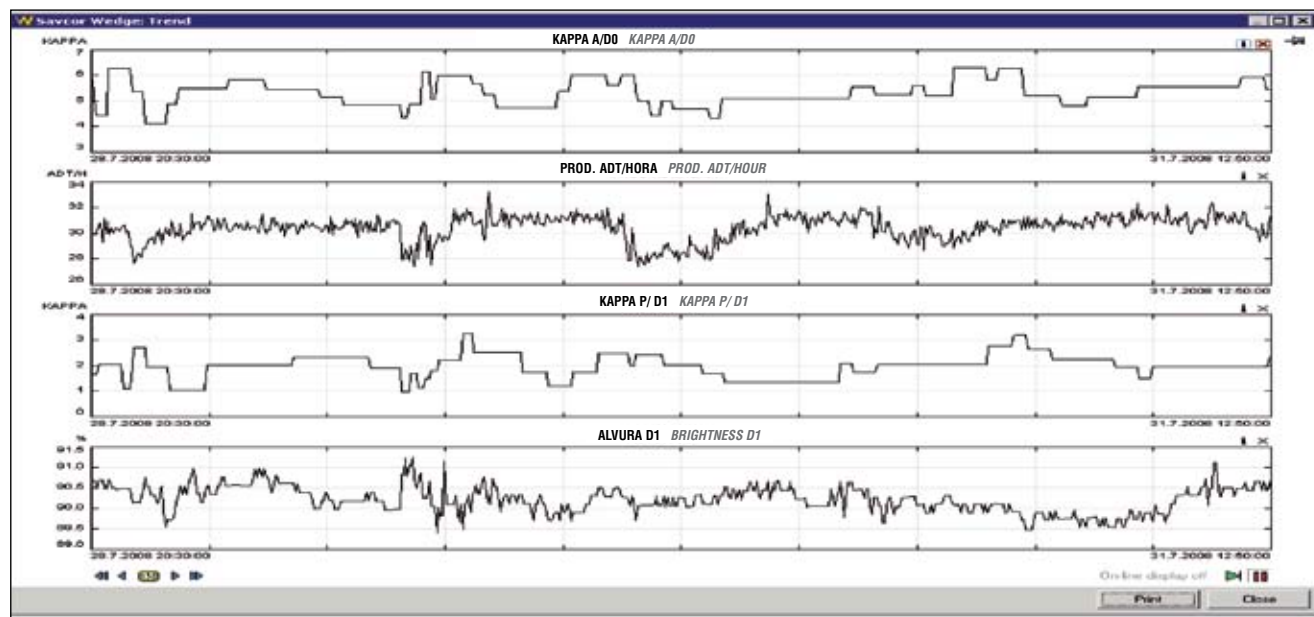


Figura 5. Trend on-line de qualidade já otimizada sem considerar paradas e/ou redução de produção (no espaço entre 30 dias)
Figure 5. On-line trend of already optimized quality, without considering shutdowns and/or reduction of production (within a 30 days interval)

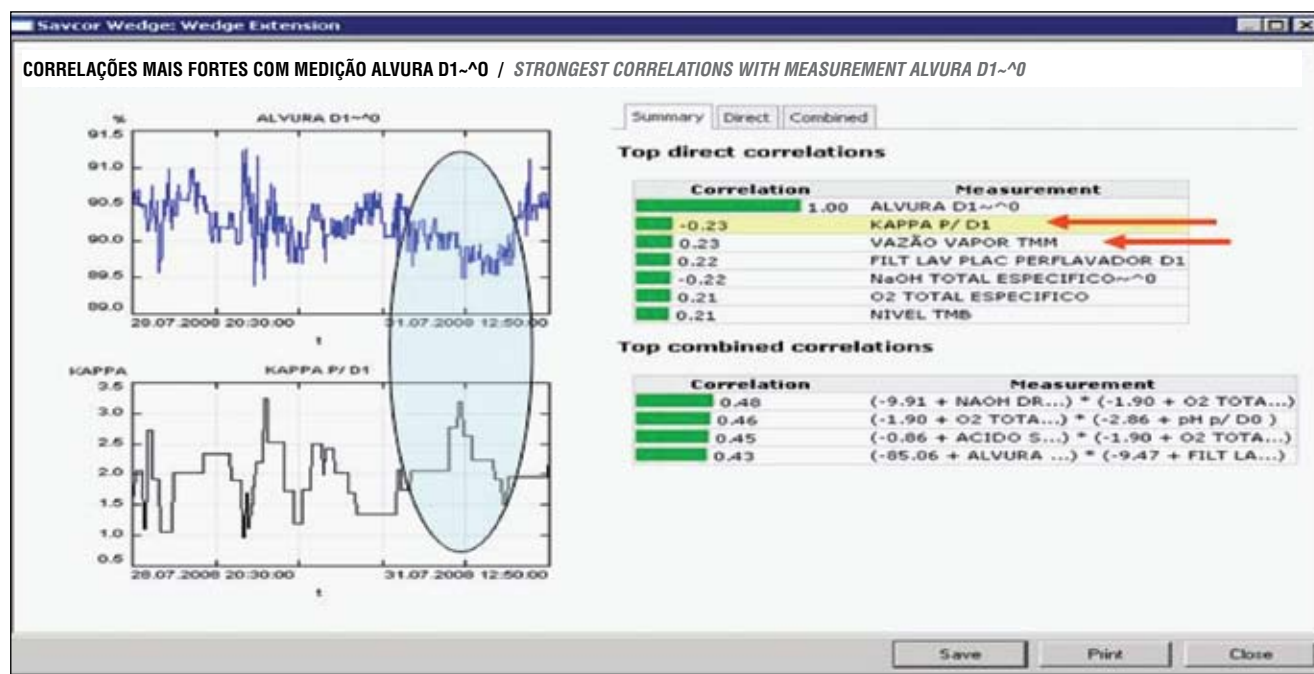


Figura 6. Ferramenta “best correlation” de otimização de processos / **Figure 6.** “Best correlation” tool for process optimization

Neste exemplo separamos somente a faixa de produção entre 27 e 32 tsa/h (toneladas secas ao ar/hora), sendo que as outras variáveis são ajustadas automaticamente para uma mesma faixa de produção escolhida. Desta forma, podemos verificar que, para um mesmo ritmo de produção, há ocasiões em que os valores de kappa e alvura oscilam dentro deste patamar. A análise com a aplicação de filtros possibilita resultados mais confiáveis.

Um recurso bem apropriado para analisar a causa da oscilação do processo pode ser conseguido através da ferramenta “best correlation” onde, após a aplicação de filtros, o sistema instantaneamente correlaciona matricialmente todas as variáveis, reportando ao usuário o melhor caminho de otimização do processo em questão.

Outras ferramentas também estão disponíveis, como histogramas, identificação de ondas de mesma forma, trends combinadas, matriz de correlação, estatística e a possibilidade de criar sensores calculados com base na linguagem MATLAB.

Estudo de caso: análise de falhas no digestor

Falha – bomba de make-up de licor, bomba 3 de circulação do digestor, com oscilação:

- oscilação na pressão de topo do digestor;
- falta de licor com potencial parada do digestor ou provável entupimento da linha de recirculação.

Criação de um subsistema no Wedge separando variáveis de interesse para análise (alimentação do digestor), contemplando

- pressão do digestor;
- oscilação vazão de make-up;
- nível do tanque de nível do alimentador de alta pressão.

O sistema Wedge demonstrou forte correlação da oscilação da pressão do digestor com a variação do fluxo de make-up.

A variação do fluxo de make-up por sua vez correlaciona-se com a variação do tanque de nível do alimentador de alta.

Aberto chamado para instrumentação, que, averiguando a situação, identificou um vazamento no instrumento de nível como causador de perda de pressão, prejudicando o controle de nível e o envio de licor para o alimentador de alta.

Potencial de redução de perdas

- dificuldade operacional do digestor (instabilidade);
- variação de alimentação de cavacos;
- contaminação do licor de degasagem do digestor;
- potencial de redução de perdas na ordem de, no mínimo, 5 horas com parada do digestor, linha de fibras, redução da caldeira (excetuando-se problemas com repartida) na ordem de R\$ 300.000,00*.

* Informações da empresa

In this example we have only separated the production range of 27 to 32 adt/h, the other variables being automatically adjusted for a same selected production range. Thus, it is possible to verify that for a same production rate there are occasions when the kappa and brightness values oscillate within this range. The analysis with filter application makes it possible to achieve more reliable results.

A quite appropriate resource to analyze the cause of the process oscillation can be obtained through the “best correlation” tool, where, after filters are applied, the system instantaneously correlates all variables by a matrix-based method, reporting to the user the best way of optimizing the process in question.

Other tools are also available, such as histograms, same shape wave identification, combined trends, correlation matrix, statistics, and the possibility of creating sensors calculated on the basis of MATLAB language.

Case study: analysis of digester failures

Failure – Make-up liquor pump, digester circulation pump 3, with oscillation:

- *Pressure oscillation on digester top;*
- *Lack of liquor with potential digester stop or probable recirculation line plugging.*

Creation of a Wedge subsystem, separating variables of interest for analysis (digester feeding), contemplating

- *Digester pressure;*
- *Make-up flow oscillation;*
- *Level of the high pressure feeder level tank.*

The Wedge system showed strong correlation between digester pressure oscillation and make-up flow variation.

The make-up flow variation, in turn, correlates with the high-pressure feeder level tank variation.

The instrumentation sector was noticed, thereafter identifying that a leakage in level instrumentation was causing pressure loss, impairing level control and liquor supply to the high-pressure feeder.

Potential of losses reduction

- *Operational difficulty of the digester (instability);*
- *Variation in chips feeding;*
- *Digester degasifying liquor contamination;*
- *Potential of a loss reduction of approximately 5 hours, at least, with digester and fiber line discontinuities and boiler reduction (excluding restarting problems) of about R\$ 300,000.00*.*
- ** Company's information*

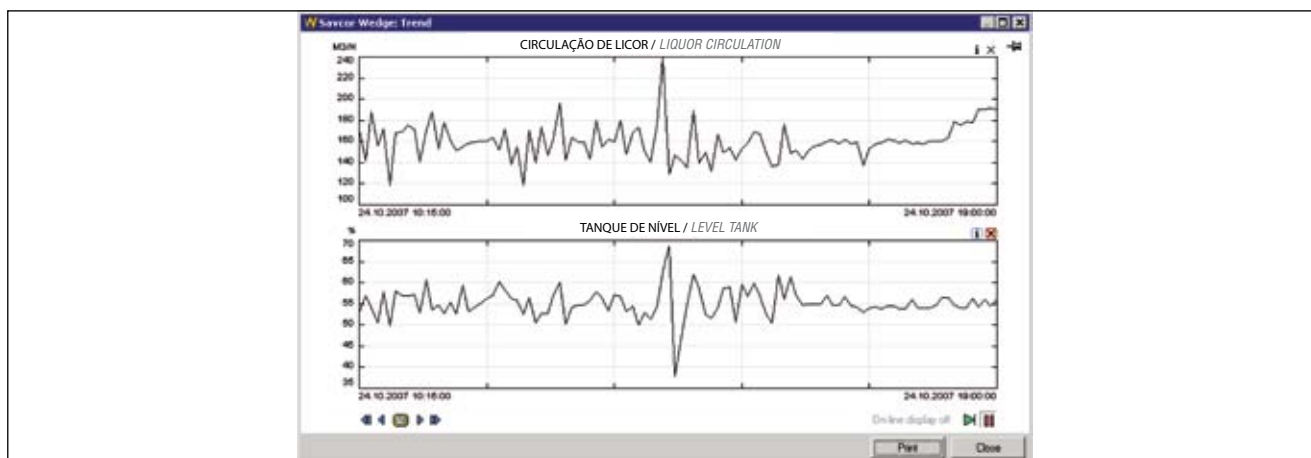


Figura 7. Oscilações de vazão da bomba de *make-up* da linha de circulação vs. oscilações no tanque de nível
Figure 7. Oscillations in make-up pump circulation line flow vs. level tank oscillations

CONCLUSÕES

O Software on-line de gerenciamento de processos mostrou-se uma ferramenta bastante útil no acompanhamento do processo. Através do uso contínuo do Wedge e de mudanças no comportamento do processo puderam ser identificadas ações corretivas, estas tomadas rapidamente, permitindo à fábrica atuar em tempo real sobre os distúrbios, bem como representa uma ferramenta aplicável:

- no centro de pesquisa, para aprimoramento de produto e do processo;
- no escritório, para monitoramento de processo, otimização e solução de problemas;
- na sala de controle, para monitoramento e otimização de processo.

Ferramentas estatísticas e de rastreamento de problemas são de suma importância na identificação de causadores de dificuldades no processo. O uso do ranking dos principais geradores de distúrbios permite à fábrica avaliar mudanças para otimização do processo, e atuar de maneira mais dinâmica na resolução desses distúrbios.

Baseado nos resultados obtidos durante o período de utilização do software, a fábrica foi capaz de identificar, avaliar e corrigir problemas relacionados às áreas de manutenção, processo e otimização. A continuidade do trabalho permitirá à fábrica quantificar as melhorias implementadas, bem como realizar novas otimizações baseadas nas mudanças efetuadas. Com isso, um *loop* de melhoria é criado, resultando num processo contínuo sem muitas intervenções ou paradas desnecessárias.

A funcionalidade e facilidade no uso da ferramenta proporcionam agilidade nas tomadas de decisão, análise de causas e maximização da lucratividade.

Novos casos estão em desenvolvimento, como otimização das cargas de químicos na linha de fibras, otimização da produtividade na máquina IV e queima na caldeira, além da adoção de indicadores de processo de forma on-line e contínua.

A continuidade no uso da ferramenta proporcionará constante aperfeiçoamento das pessoas e dos processos. 🌱

CONCLUSIONS

The online process management software showed to be a rather useful process follow-up tool. By means of continuous use of Wedge and changes in the process behavior, corrective actions could be identified and quickly performed, allowing the mill to act in real time on the disturbances. It represents an applicable tool:

1. At the research center, for product and process improvement;
2. At the office, for process monitoring, optimization, and problems solution;
3. In the control room, for process monitoring and optimization.

Statistical and problem tracing tools are extremely important to identify sources of problem in process. The use of ranking the major disturbance generators allows the mill to evaluate changes for process optimization and to act more dynamically to solve such disturbances.

Based on the results achieved during the period of the software utilization, the mill was capable of identifying, evaluating, and correcting problems related to the areas of maintenance, process, and optimization. The work continuity will allow the mill to quantify the implemented improvements, as well as to carry out new optimizations based on the changes effected. Thus, an improvement loop is created, resulting in a continuous process without recurrent interventions or unnecessary shutdowns.

The functionality and ease to use of the tool provide agility in decision-making, causes analysis, and maximization of profitability.

New cases are being developed, such as optimization of chemical charges in the fiber line, optimization of productivity on machine IV, and boiler burning, in addition to adoption of online and continuous process indicators.

Continuity in using the tool will provide constant improvement for people and process. 🌱