

REESTRUTURAÇÃO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO E MES DA LAMINAÇÃO PRIMÁRIA DA GERAU AÇOMINAS USANDO MQSERIES COMO INTERFACE ENTRE OS NÍVEIS¹

Turíbio Tanus Salis²

Douglas Rodrigues Oliveira³

Marcus Vinicius Abrantes Abreu⁴

Tatiana Fabíola Guerra Peixoto⁵

Ricardo Silva Moraes⁶

Frederico de Lima Guimarães⁷

Resumo

Atualmente mais do que fator crítico de sucesso, o cuidado com a informação é tratado como uma questão legal, sendo normatizado por leis como a SOx. No ambiente industrial a informação deve fluir entre os níveis computacionais, desde o mais alto nível corporativo até o chão de fábrica, sem que ocorra perda de sua qualidade. Um ponto chave no percurso da informação é a interface que ocorre entre os sistemas MES e o ambiente de monitoria e controle da produção. Este artigo visa descrever o processo de reestruturação dos ambiente MES e de chão de fábrica da linha de Laminação Primária da Gerdau Açominas esboçando uma comparação entre o antigo e o novo ambiente computacional que adota o aplicativo IBM MQ Series como interface entre os níveis.

Palavras-chave: Comunicação chão de fábrica - nível corporativo; IBM MQSeries, MES.

RESTRUCTURING OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT AND MES OF GERAU AÇOMINAS' PRIMARY ROLLING MILLS USING MQSERIES AS INTERFACE BETWEEN THE LEVELS

Abstract

Nowadays more than critical success factor, the care with the information is treated as a legal subject, being established for laws as SOx. At the industrial environment the information must flow between the computer levels, from the highest corporate level until the factory floor, without happening loss in its quality. A key point in the information trajectory is the interface that is between the MES systems and the control production environment. This paper seeks to describe the restructuring process of the MES environment and factory floor of the Gerdau Açominas Rolling Mills, sketching a comparison between the old and the new computer system that adopts the IBM MQ Series as interface between the levels.

Key Words: Communication factory floor - corporate level; IBM MQSeries; MES.

¹ *Contribuição técnica ao XI Seminário de Automação de Processos, 3 a 5 de outubro, Porto Alegre-RS*

² *Analista de Sistemas, Área de Sistemas Industriais, Gerdau Açominas;*

³ *Analista de Sistemas Msc., Área de Sistemas Industriais, Gerdau Açominas;*

⁴ *Analista de Sistemas, Área de Sistemas Industriais, Gerdau Açominas;*

⁵ *Analista de Sistemas, PSV - Sistemas;*

⁶ *Técnico de Sistemas, Automatom;.*

⁷ *Técnico de Sistemas, PSV - Sistemas*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a qualidade da informação é um fator crítico de sucesso para a maioria das organizações. No âmbito industrial, o fluxo de informação referente aos processos produtivos deve percorrer os vários ambientes sem que ocorra perda de qualidade da informação. Dispondo de um bom fluxo de informações pode-se controlar e programar a produção de modo assertivo onde o domínio de variáveis como custos, prazos, escalonamento de produção, qualidade e quantidade do que foi produzido ocorre de maneira mais fácil. Um dos pontos chaves do fluxo de informação no ambiente industrial é a interface entre os ambientes MES e o chão de fábrica.

Durante a década de 80 e início da década de 90, a integração entre o chão de fábrica e os sistemas corporativos não existia ou ocorria de maneira não confiável utilizando recursos técnicos não ortodoxos. Com o advento dos controladores lógicos programáveis mais modernos, iniciaram-se as primeiras aberturas para que fosse possível levar informações para o nível de controle e supervisão de maneira mais transparente para os integradores de sistemas, mesmo que estas informações ainda estivessem distantes das reais necessidades gerenciais. No final da década de 90, com o aprimoramento das tecnologias de processadores, com a padronização e sedimentação dos protocolos de comunicação de dados, e principalmente com a larga popularização do padrão Ethernet, o processo de integração entre o nível de chão de fábrica e níveis corporativos, tornou-se menos dispendioso para os desenvolvedores. Tal aprimoramento tecnológico permitiu a criação de diversas formas de comunicação entre o chão de fábrica e o ambiente corporativo. No presente artigo pretende-se discutir duas destas formas de comunicação que foram adotadas na Linha de Laminação Primária da Gerdau Açominas. A primeira das formas de comunicação entre o chão de fábrica e o MES foi desenvolvida em 1998 e substituída pela segunda forma em 2006. Este artigo busca comparar as duas formas de comunicação citando as vantagens e desvantagens de cada uma delas. A primeira forma era adotada por um sistema chamado Servidor de *Tracking* que era responsável por rastrear a linha de produção da Laminação Primária da Gerdau Açominas. A segunda forma de comunicação, que veio substituir a primeira, utiliza o aplicativo IBM MQSeries para controlar a comunicação entre os ambientes.

2 SERVIDOR DE TRACKING DA LAMINAÇÃO PRIMÁRIA: UM SISTEMA “NÍVEL 2,5”

No ano de 1998 iniciou-se o desenvolvimento de um ambiente de TI para acompanhamento do fluxo produtivo da Laminação Primária da Gerdau Açominas. Devido ao pouco recurso financeiro disponível, optou-se por criar uma única plataforma que além de possuir as funcionalidades de MES (*Manufacturing Execution System*) atuasse também como um supervisor/SCADA. Assim, além tratar de receitas de fabricação, especificação de pedidos, prover instruções de processo para os diversos pontos de operação, efetuar o seqüenciamento da produção, controlar paradas operacionais bem como anormalidades, o sistema desenvolvido permitia rastrear cada um dos lingotes laminados durante todas as etapas do processo produtivo. Cada etapa do processo de laminação de lingotes podia ser visualizada “*on-line*” pela aplicação. Enquanto os lingotes eram produzidos os resultados obtidos durante a execução de

cada atividade do processo eram persistidos em uma base de dados relacional MSSQL Server. Resumindo, o ambiente desenvolvido reunia funções de MES e Supervisão/SCADA em uma única aplicação. “Podendo-se dizer que ao mesmo tempo que era um MES (nível 3) era também um nível 2 (acompanhamento da produção)”.

O ambiente era dividido basicamente em duas aplicações. Um servidor, denominado Servidor de *Tracking* e uma aplicação cliente. O Servidor de *Tracking* era responsável por rastrear o deslocamento dos lingotes na linha de laminação, coletar os resultados obtidos durante a execução de cada etapa do processo, persistir esses resultados em uma base de dados MSSQL nível 3 e atualizar a interface gráfica dos clientes conectados ao servidor pela rede corporativa. A aplicação cliente exibia o status da linha de laminação e fornecia instruções operacionais da receita de fabricação para as cabines da linha de produção. A Figura 1 exibe a estrutura do sistema antigo.

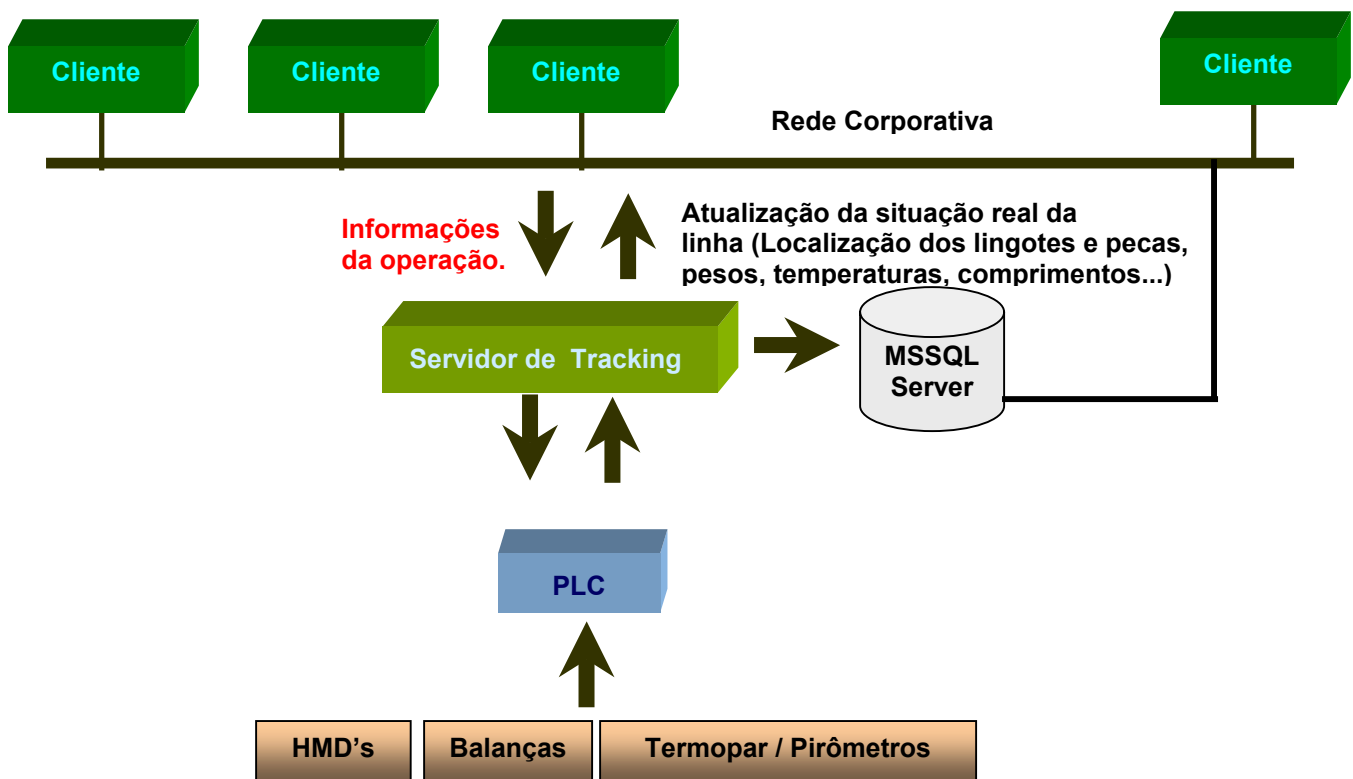


Figura 1. A antiga estrutura do sistema.

O Servidor de *Tracking* ficava monitorando os eventos ocorridos na linha de laminação por meio das tags do PLC (Controlador Lógico Programável). Quando um evento ocorria no PLC (alteração de determinada tag ou conjunto de tags) o servidor de tracking registrava a ocorrência do evento no banco dados e atualizava a interface dos clientes conectados na rede corporativa. Desta forma sempre que ocorria uma mudança na linha o banco de dados, os clientes eram atualizados. Por exemplo, quando uma peça se deslocava na linha de laminação e a presença da peça era detectada por um HMD (Hot Metal Detector), o Servidor de *Tracking* logo “percebia” a alteração da respectiva tag no PLC e registrava o evento (neste caso deslocamento de peça) no banco de dados e em seguida, atualizava os clientes conectados na rede. As

estações clientes atualizadas viam em sua interface o deslocamento da peça por meio de animações que a interface fornecia. Então, quando uma peça se deslocava fisicamente ela também se deslocava no sistema.

O Servidor de *Tracking* era composto por uma aplicação Delphi que comunicava com a rede corporativa e com o PLC. A comunicação com a rede corporativa era feita por meio de *Named Pipes* (estrutura de comunicação em redes de computadores fornecida pelo sistema operacional Windows, família NT). A comunicação com o PLC era feita por meio de chamadas à API do supervisorio Wizcon. A Figura 2 mostra a estrutura interna do servidor de *tracking*.

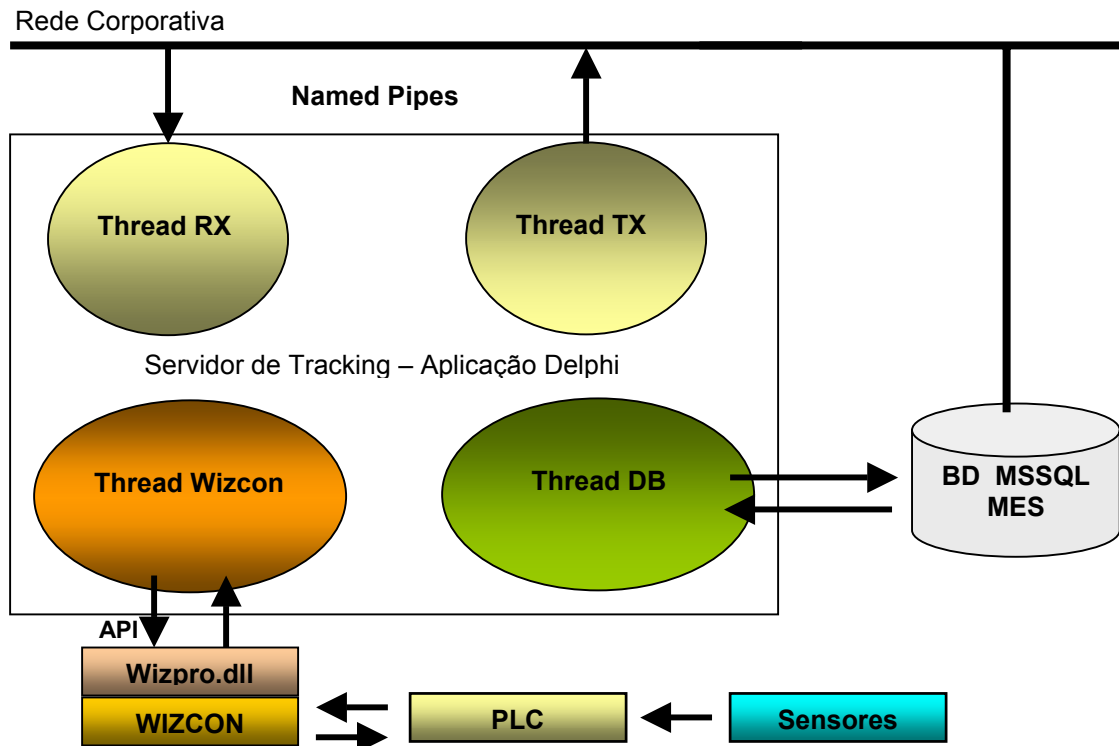


Figura 2 – Servidor de *Tracking*: Busca dados do PLC, atualiza os clientes e o banco de dados.

O servidor de *tracking* era uma aplicação codificada na ferramenta Delphi e possuía 4 *Threads* principais. Uma *thread* Wizcon que fazia chamadas à API do Wizcon para comunicar com o PLC. Outra *thread* DB que comunicava com o banco de dados por meio de consultas e comandos SQL e outras duas TX e RX que comunicavam com os clientes por meio da estrutura *Named Pipe*.

2.1 Vantagens e Desvantagens da Forma de Comunicação do Servidor de *Tracking*

A abordagem adotada pelo Servidor de *Tracking* para realizar a comunicação entre o chão de fábrica e o nível corporativo permite que alterações no sistema sejam realizadas de forma rápida sem muito esforço de desenvolvimento. Outro ponto positivo é que a informação pode ir diretamente da sua origem (sensores, PLC's) aos sistemas corporativos, sem intermediários. A manutenção do sistema ocorre de maneira fácil e

simplificada visto que existe somente dois executáveis, um servidor e outro executável para os clientes.

O Servidor de *Tracking* nessa filosofia ainda é responsável por verificar os eventos ocorridos fisicamente na linha pelo PLC, registrar a ocorrência dos eventos no banco de dados relacional MSSQL e por fim atualizar os clientes. Somente após a atualização do banco de dados, essa atualização⁽¹⁾ era replicada para os clientes. Ou seja, a atualização das interfaces gráficas dos clientes dependia da atualização do banco de dados. Se o processo de atualização do banco de dados demorasse um pouco mais, os clientes também seriam atualizados com atraso. O maior problema neste contexto se deve ao fato do banco de dados não ser de uso exclusivo do Servidor de *Tracking*. Trata-se de um banco de dados corporativo, acessado por diversos usuários de áreas diferentes da empresa. Desta forma, havia uma grande concorrência de acesso ao banco de dados o que provocava queda de performance no sistema. Como o Servidor de *Tracking* era responsável por rastrear em tempo real cada peça presente na linha de produção, qualquer queda de performance poderia levar a inconsistência do sistema. Um exemplo de inconsistência do sistema, causado por queda de performance, é que uma peça poderia se deslocar, fisicamente, na linha de produção, e o mesmo deslocamento demoraria a ser mostrado na interface gráfica dos clientes.

No início de operação a situação não era grave, havia acessos moderados a base de dados, o que não causava problemas de desempenho. Mas com a criação de novas funcionalidades, com a incorporação de novos aplicativos e o aumento do número de usuários, a quantidade de acessos simultâneos ao banco de dados aumentou consideravelmente (aproximadamente dez vezes) , o que veio a provocar quedas de performances freqüentes no sistema. Como a qualidade do sistema estava diretamente vinculado à performance do banco de dados era preciso ter um excesso de cuidados com a performance do banco. Foi necessário tomar algumas medidas como otimizar todos os comandos SQL que acessavam o banco, realização mensais de histórico onde as informações com mais de 60 dias eram removidas do banco de produção, ter um cuidado especial no desenvolvimento de novas funcionalidades (usar sempre funções e consultas mais “enxutas”), criar um banco de dados espelho para redirecionar consultas e outras tarefas realizadas pelos diversos usuários, efetuar um estudo minucioso do conjunto de índices do banco de dados, efetuar um controle estatístico do desempenho do Servidor de *Tracking*. Ou seja, era realmente necessário um grande esforço para manter o banco de dados sempre otimizado de modo que o Servidor de *Tracking* não encontrasse concorrência para fazer as gravações em tempo real.

Dadas as dificuldades apresentadas acima, optou-se por fazer a segmentação do sistema de acompanhamento da Laminação Primária em dois níveis, conforme será explicado no próximo tópico.

¹ O maior custo de todo o processo, desde a leitura dos sensores até a atualização dos clientes, ocorria na atualização do banco de dados relacional MSSQL. O tempo de leitura dos sensores é praticamente instantâneo, O tempo de Scan do PLC para receber os eventos físicos é cerca de 50ms, o tempo de leitura do PLC pelo Servidor de *Tracking* também ocorria em torno de 100 ms. Somente o tempo de atualização do banco de dados relacional MSSQL que era mais custoso (em situações normais ocorria entre 450ms e 2000ms. Qualquer operação do servidor de *Tracking* no banco de dados que demorasse mais de 3000ms era registrada para estudos estatísticos.

3 SEGMENTAÇÃO DA REDE EM NÍVEL 2 E NÍVEL 3

A manutenção da quantidade de registros na base de dados da Linha de Laminação Primária em níveis que não interferissem no acompanhamento das peças ao longo do processo, bem como a alta dependência do sistema em relação à rede corporativa, foram os principais motivadores para a segmentação da rede em dois níveis.

O aumento da demanda de consultas ao banco de dados, que era responsável por alimentar relatórios gerenciais e ainda por fornecer informações de posicionamento das peças ao longo da linha, foi tornando complexo o gerenciamento do sistema, demandando tempo e cuidados especiais para novos desenvolvimentos. A cada nova funcionalidade implementada era necessário ter em mente que ela não poderia bloquear determinadas tabelas, pois a movimentação de peças na linha seria comprometida. Rotinas de histórico tinham de ser bem planejadas e associadas a paradas da linha produtiva para não impactarem no processo.

Dentro desse cenário e visando padronizar o processo de troca de informações entre o chão de fábrica e o sistema MES, optou-se segmentar a rede em dois níveis onde eles ficariam isolados, comunicando-se apenas através do aplicativo gerenciador de filas IBM MQSeries instalados nos servidores do nível 3 e do nível 2. A Figura 3 mostra a nova estrutura usada para o sistema.

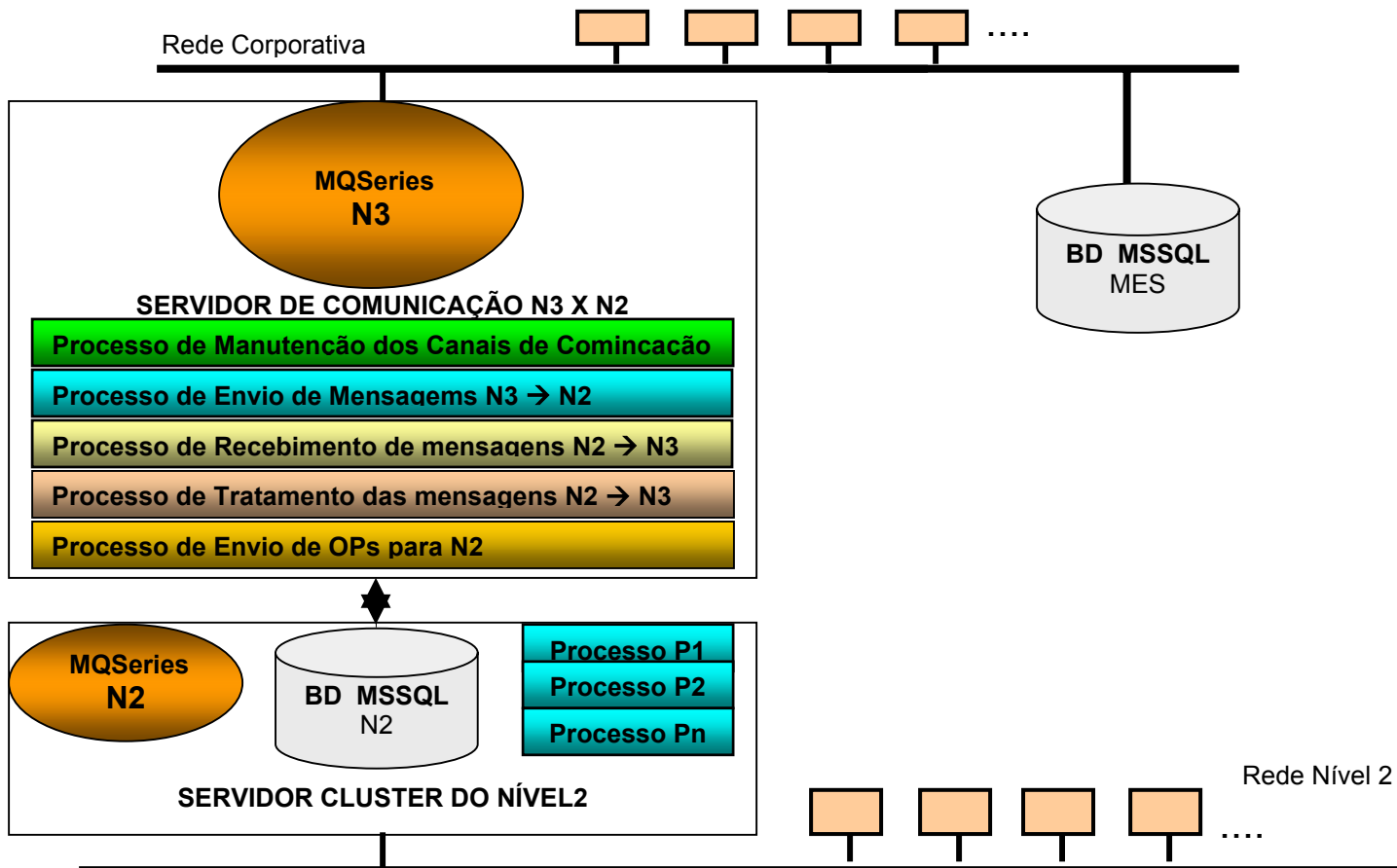


Figura 3: Nova arquitetura adotada com a segmentação.

Nesta nova configuração, os processos de rastreamento das peças ficam concentrados em um servidor cluster dedicado, com um banco de dados também dedicado, evitando-se toda a concorrência com as consultas dos relatórios gerenciais, tráfego de rede corporativa, além de aumentar a segurança dos dados presentes no servidor de produção, pois ele está isolado em relação à rede corporativa.

O IBM MQSeries foi configurado nos 2 servidores com 2 canais, sendo um para o envio e o outro para recebimento das informações. Ainda foram desenvolvidos em Visual Basic, processos que são executados nos servidores onde se encontram o MQSeries, que têm por finalidade colocar e retirar as mensagens dos canais de envio e recebimento. No caso do processo de recebimento, as mensagens são retiradas do canal e armazenadas em uma tabela específica no banco de nível 3, onde outro processo que monitora a tabela de recebimento, percebe a chegada da informação e dispara uma *stored procedure* específica, de acordo com o tipo de mensagem recebida, que faz o tratamento adequado das informações. Em paralelo, uma mensagem de confirmação de recebimento é colocada na tabela de envio e é enviada ao nível emissor da mensagem, informando que ela foi recebida com sucesso, fechando-se assim o ciclo.

Dessa forma, tem-se a base de dados do MES constantemente atualizada com as informações de produção, alimentando os relatórios gerenciais e de apoio à tomada de decisão, quase em tempo real, com uma defasagem de aproximadamente 1 minuto em relação ao processo real. Foram desenvolvidos ainda processos que monitoram os canais de comunicação e que reinicializam automaticamente tais canais, em caso de interrupção. O gerenciador de filas, em caso de problemas com algum dos processos que participam da postagem ou recebimento das mensagens, é capaz de manter as mensagens armazenadas por horas, dependendo do fluxo de mensagens trocadas, até que os processos sejam restabelecidos.

3.1 Comparativo entre as Duas Soluções

Tabela 1: Quadro comparativo entre as duas soluções.

Plataforma	Custo para Implantação (R\$)	Dependência do nível corporativo	Alterações no sistema	Estabilidade	Principal ponto negativo
Antiga	Menor	Muito alta. O acompanhamento da produção, "tracking", é feito no nível 3. Problemas no ambiente corporativo afetam o sistema.	Mais fácil.	Menos estável, está muito vinculado ao nível corporativo.	Baixa performance em casos quando as tabelas não estavam dentro do ideal.
Nova	Maior, pois gasta mais recursos de hardware, software e pessoas.	Menor, existe a possibilidade de fazer um "pulmão" e operar sem depender da comunicação com o nível 3 até que se restabeleça a comunicação	Mais complexa. Exige-se alterações em mais de um ambiente.	Mais estável	A estrutura é mais complexa e cara, pois são necessários dois servidores para efetuar a comunicação e acompanhamento da produção.

4 CONCLUSÃO

A reestruturação dos ambientes acarretou em melhorias na comunicação entre os níveis de chão de fábrica e MES. O cuidado excessivo para se manter a base de dados sempre muito otimizada pôde ser reduzido. Por exemplo, a execução de históricos do banco de dados que era feita mensalmente, após a reestruturação dos ambientes passou a ser realizada anualmente. O estudo minucioso para otimizar consultas e os índices da base de dados pode ser descartado. A taxa de reclamações acerca da performance do sistema foram eliminadas.

A nova plataforma é mais cara, pois exige um servidor dedicado para realizar o acompanhamento da produção. Mas para o processo existente, ela se mostrou mais aderente às necessidades da área.

Outro ponto que pode ser ressaltado com a segmentação está relacionado à continuidade operacional do processo produtivo, mesmo em caso de indisponibilidade da rede corporativa. Todo o processo produtivo transcorre normalmente e quando a rede estiver disponível novamente, as informações são enviadas sem prejuízo para os relatórios gerenciais e de tomada de decisão.

Substituir um sistema de tracking de uma linha de produção não é uma operação trivial. Mas devido a dedicação da Gerência de TI e ao comprometimento dos colaboradores da área de Laminação Primária, toda a reconstrução dos ambientes MES e de chão de fábrica foi realizada sem que ocorressem paradas operacionais. O sucesso do trabalho deve-se ao fato das áreas de TI e a área usuária estarem bem entrosadas e focando um mesmo objetivo.

BIBLIOGRAFIA

- 1 BRAGA, R. C.; SALIS, T. T. **Modernizacao dos fornos pocos da laminacao primaria da acominas: um caso de sucesso de integracao do chao de fabrica a banco de dados corporativos**. Seminario de automacao de processos, Vitoria,2002.
- 2 ALVARENGA, G. D.; OLIVEIRA, M. J. **Integrando chão de fábrica a sistemas corporativos através da implantação de um sistema mes**. Encontro de especialistas em automacao, Belo Horizonte,2000.
- 3 RIBEIRO, B.; ROCHA, E. M.; OLIVEIRA, M. J.; GUIMARAES, M. B. N. R.; SA, N. L.; MARINHO, S. M. S.; REZENDE, M. H. **Sistema de acompanhamento da producao aciaria - laminacao da acominas: um caso de sucesso de implantacao de mes integrado ao Sap r/3**. Encontro de especialistas em automacao, Belo Horizonte,2000.
- 4 Acesso online <http://www-306.ibm.com/software/integration/wmq/library/> em 06/05/2007.
- 5 Acesso online <http://www-306.ibm.com/software/integration/wmq/features/> em 06/05/2007.
- 6 Acesso online <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/pvcsensa/v1r2/index.jsp?topic=/com.ibm.rfid.doc/InstallConfig/install-wasmq-location.html> em 06/05//2007.