

# AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA ATRAVÉS DE UM NOVO SISTEMA DE TRANSPORTE DE PRODUTO ACABADO

**Flávio Perpétuo Briguento**

Monsanto do Brasil Ltda, Av. Carlos Marcondes, 1200, Jd. Limoeiro  
12241-480, São José dos Campos – SP - Brasil

[flavio.p.briguento@monsanto.com](mailto:flavio.p.briguento@monsanto.com)

**Francisco José Grandinetti**

**João Sinohara da Silva Sousa**

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté  
Rua Daniel Danelli, s/n, 12060-440, Taubaté - SP – Brasil

[grandi@unitau.br](mailto:grandi@unitau.br)

[sinohara@unitau.br](mailto:sinohara@unitau.br)

***Resumo.** Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação de uma solução de automação para garantir a sustentabilidade e estratégia de crescimento de mercado de um produto químico utilizado na área agrícola. Para assegurar a produtividade em nível de classe mundial, numa empresa química multinacional líder no mercado em sua linha de negócios, foi investido na implementação de um projeto que engloba um novo sistema de transporte de produto visando eliminar problemas operacionais com o existente sistema de transporte a vácuo. A atualização tecnológica por transportadores mecânicos de canecos possibilitou flexibilidade e integração entre as operações das unidades de manufatura e embalagens através de um sistema supervisor de interface amigável. Os principais benefícios alcançados foram melhorias da produtividade, melhoria da qualidade do produto acabado pela eliminação de quebra de produto e formação indesejável de particulados finos, aumento da confiabilidade do sistema transportador de produto através da minimização de problemas operacionais e de manutenção, redução do custo fixo operacional e eliminação dos riscos ergonômicos envolvidos na antiga operação manual de abastecimento de produto. O projeto foi implementado com sucesso, superando todos os objetivos. O aumento da produtividade permitiu a empresa atingir uma operação de classe mundial para atender o crescimento da demanda de mercado.*

***Palavras-chave:** Transportador de canecos. Sistema Supervisor. Produtividade Classe Mundial.*

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o objetivo de implementar uma solução técnica que garanta a sustentabilidade e estratégia de aumento da demanda de mercado para uma linha de produtos químicos utilizados na agricultura, visando aumentar a produtividade para níveis de classe mundial e com conseqüente redução de custo fixo em uma empresa multinacional instalada no Brasil.

Produtividade de classe mundial refere-se a melhor prática alcançada no mercado internacional através de “benchmarking”, sendo definida como padrão de operação de empresas de primeira linha. As ineficiências relacionadas à qualidade dos produtos, desempenho operacional e problemas de manutenção, devem ser minimizadas para maximizar a produtividade.

Neste contexto, o estudo tem especificamente o enfoque de otimização do sistema de transporte de produto entre as unidades de manufatura e linhas de embalagens, através da avaliação dos tipos de sistemas de transporte disponíveis no mercado, o custo benefício envolvido no investimento e a resolução dos problemas operacionais evidenciados com a operação do sistema de transporte a vácuo, utilizado desde a partida destas unidades. O sistema de transporte proposto deve ser totalmente automatizado e a inovação tecnológica deve possibilitar uma maior flexibilidade operacional, maior confiabilidade dos equipamentos e integração das operações através de interfaces amigáveis, com receitas e seqüências automáticas. O novo sistema deve ser fácil de operar e ter baixo custo de manutenção.

A motivação do trabalho foi originada pela corrente mundial de globalização, onde a competitividade é fundamental para a sobrevivência dos negócios de qualquer empresa. Isto redefine os conceitos sobre a área de manufatura e modelará a fábrica do futuro. A busca pela competitividade é resultante de desejos gerenciais em encontrar novas alternativas para aumentar a produtividade, otimizar os recursos existentes e potencializar o ganho através do desenvolvimento e aplicação de novas de tecnologias.

A automação tem um papel fundamental para manufaturar produtos de qualidade superior com custos menores. Além disso, é possível reduzir jornadas de trabalho e criar condições mais seguras para os trabalhadores. Por estas razões, a automação é um diferencial para atingir o desejado aumento da produtividade, o que distingue a competitividade entre empresas no mercado e potencializa a maximização dos negócios e resultados financeiros. Para que isto ocorra, além de estudos de viabilidade técnica, as empresas utilizam estudos de viabilidade econômica para realizar os investimentos de médio e grande porte, objetivando sempre o maior custo benefício, segundo Asfahl<sup>(1)</sup>, Groover<sup>(2)</sup>, Singh<sup>(3)</sup> e Silveira<sup>(4)</sup>.

Os projetos de melhoria de produtividade como o aqui proposto, atingem os resultados esperados quando normalmente é trabalhada a otimização das ineficiências, gargalos ou as etapas onde as pessoas ainda representam o papel principal e que existem um potencial de ganho atrelado. Por serem repetitivas, às operações de manufatura podem ser automatizadas, visando preservar a integridade das pessoas e proporcionar aumento na velocidade de execução de cada etapa do processo produtivo, o que diretamente é definido como aumento de produtividade.

## **2. PROCESSO ORIGINAL**

A Monsanto iniciou suas operações no Brasil para manufatura de produtos agro-químicos em 1999 em uma operação semi-automática. Visando aumentar a competitividade da empresa no mercado, no ano de 2001 instalações com operação totalmente automatizadas foram implementadas para produzir, estocar e embalar os produtos acabados.

Para obter uma operação totalmente automatizada novos prédios, equipamentos e sistemas de controle foram implementados, bem como novas tecnologias e conceitos de manufatura foram introduzidos. A empresa passou a contar com duas unidades produtivas, na qual são manufaturados os produtos agro-químicos. Os produtos são estocados em grandes silos dedicados a cada uma das unidades de manufatura para evitar contaminação cruzada ou mistura de produtos. Para realizar a embalagem dos produtos acabados, foi instalado um sistema de transporte a vácuo para alimentação contínua das linhas de embalagens. Todos os equipamentos e parâmetros operacionais foram projetados e definidos pela equipe técnica de engenharia da matriz da empresa, situada nos Estados Unidos, onde foram realizados ensaios em escala piloto simulando cada etapa do processo produtivo. Todo este estudo foi realizado antes da instalação das unidades em escala industrial.

Durante a definição técnica em escala piloto foi difícil levantar todos os potenciais problemas operacionais, que seriam encontrados com a operação da planta em escala industrial. Devido a esta

razão, durante a partida da nova unidade em 2001, foi observado que o sistema de transporte a vácuo não apresentava desempenho adequado de produtividade para o qual tinha sido projetado. Devido às falhas no dimensionamento e especificação técnica do sistema de transporte de produtos, houve-se a necessidade de estudar um sistema alternativo de transporte de produto de maior eficiência e conseqüentemente maior produtividade, para que a capacidade produtiva atendesse ao crescimento da demanda de mercado no ano de 2004.

O sistema de transporte a vácuo foi projetado para minimizar a degradação de produto e manutenção, e ter alta confiabilidade. O sistema era totalmente fechado com provisão para limpezas internas periódicas. Os componentes mais importantes incluem um desumidificador, duas válvulas rotativas para alimentação de produto respectivamente de cada silo de armazenagem, três potes de recebimento, um filtro de alta eficiência e um exaustor. Este sistema era usado para transportar produto a granel de cada um dos silos de armazenagem, mas não simultaneamente, para os potes de recebimento das embaladeiras. O exaustor transportava o material dos silos de armazenagem para os potes de recebimento por meio de vácuo, onde descarrega continuamente produto nas embaladeiras, através de válvulas rotativas existentes em cada pote de recebimento.

O produto era transportado a uma distância de 33 metros horizontalmente em uma tubulação de seis polegadas. A velocidade de transporte era alta e a alimentação de ar passava através de um desumidificador para controlar a umidade num patamar abaixo de 40% e manter a temperatura superior a 30°C. Isto era necessário para garantir que não houvesse aumento na umidade do produto acabado. O ajuste da taxa de transporte de produto era ajustado através do controle de velocidade das válvulas rotativas dos silos de armazenagem, válvula manual de bloqueio de ar e um medidor de vácuo para indicar o vácuo aplicado ao sistema de transporte. Os potes de recebimento eram unidades com jato de pulsação de ar com remoção lateral de elementos de filtração do tipo cartuchos, para prover a descarga de produto diretamente para as válvulas rotativas de alimentação das embaladeiras. Existia um filtro de polimento final com eficiência de 99,97% para partículas de 3 microns, para proteger e garantir a integridade mecânica do exaustor. As válvulas rotativas dos silos de armazenagem modulavam a velocidade de acordo com as chaves de nível dos potes de recebimento. A operação toda era controlada automaticamente por um sistema de controlador lógico programável, conforme diagrama de processo mostrado na figura 1.

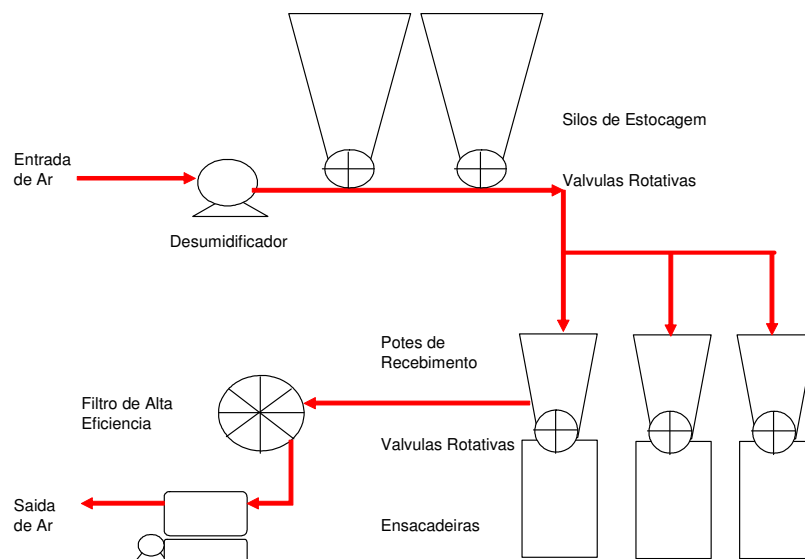


Figura 1. Diagrama do sistema de transporte a vácuo

## 2.1. Problemas Operacionais

Desde a partida da planta em 2001, o sistema de transporte a vácuo apresentou vários problemas operacionais, principalmente, devido a frequentes obstruções e grande formação de poeira,

conforme mostrado na figura 2. Diariamente ocorriam obstruções na linha de seis polegadas de transferência de produto dos silos de estocagem para os potes de recebimentos das embaladeiras. Isto causava paralisação da operação nas linhas de embalagem em cerca de 6 horas, devido à complexidade do processo de limpeza desta tubulação. O fator importante era a alta formação de pó durante o processo de transporte dos silos de estocagem até os sistemas de dosagem das embaladeiras. O produto manufaturado é sólido granular, com geometria na forma cilíndrica, de consistência frágil e de fácil fragmentação. A geração de pó pela quebra do produto no sistema de transporte a vácuo chegava a atingir níveis de 2,5% do total de produto manipulado pelo sistema. O projeto original também não previa um sistema de re-trabalho e recuperação de pó, aspecto extremamente importante devido ao valor elevado do produto. Perdas neste caso significavam prejuízo. Os problemas relatados acima eram responsáveis pela perda de 61% da produtividade nas linhas de embalagem.

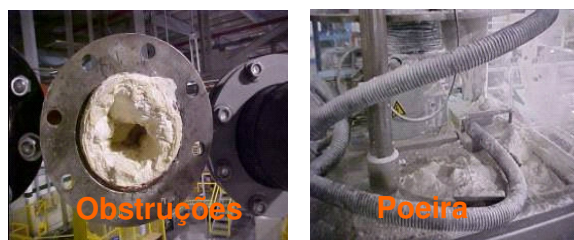


Figura 2. Problemas do sistema de transporte a vácuo

## 2.2. Causas

A causa principal estava associada ao tipo do sistema de transporte, que não era adequado ao tipo de produto manipulado. O vácuo gerado para realizar o transporte do produto em granulos, criava um fluxo de ar turbulento na tubulação principal devido à alta velocidade de transporte. Isto causava quebra dos granulos do produto, com formação de pó altamente fino e com alta área de contato superficial. Aliado a isto, o produto tem características higroscópicas, o que permite fácil absorção de umidade do ar. O pó altamente fino gerado com a quebra do produto absorvia a umidade presente no ar usado para o transporte. O ar era tratado para manter a umidade relativa abaixo de 40%, mesmo assim não era suficiente para evitar a formação de uma pasta que rapidamente endurecia e causava obstruções na tubulação de transporte. Para desobstruir a tubulação era necessário utilizar um equipamento motorizado para trabalho em altura, por estar em local de difícil acesso. Isto gerava custo, longo tempo para execução da limpeza e exposição dos operadores a riscos de trabalho com plataforma. Parte do volume de pó gerado era transferida juntamente com o produto para os potes de recebimento e causavam variações e danos ao sistema dosador das embaladeiras e saturação dos filtros de alta eficiência. Além disso, causavam variação de peso nos pacotes embalados devido à diferença de densidade aparente do pó em relação ao produto em granulos. Paradas de área devido à necessidade periódica de limpeza deste conjunto eram freqüentes. Havia uma grande perda de insumos de embalagem necessárias ao re-processo do produto fora de especificação por variação da massa dos pacotes.

## 2.3. Conseqüências

O sistema de transporte a vácuo foi abandonado e uma operação manual foi iniciada para alimentar produto nas embaladeiras. A operação manual necessita de 20 contratados extras como mostrado na Figura 3, aumentando o custo fixo operacional. O produto passou a ser empacotado manualmente em grandes bolsões e transportados com empilhadeiras até a área de embalagem. Os bolsões eram içados em uma caçamba adaptada e o produto era transportado até as embaladeiras por meio de uma mangueira que utilizava parte do vácuo do sistema de transporte abandonado. Após a implementação desta operação, foram identificados problemas de segurança devido ao aumento da exposição de empregados aos riscos ergonômicos.

A operação manual melhorou a produtividade em 12%, possibilitando a entrega de volume de produto ao mercado em 2003, porém o custo operacional foi aumentado, reduzindo a margem de lucro da empresa. Em longo prazo seria prejuízo para a empresa manter este tipo de operação em funcionamento. A partir do terceiro trimestre de 2004 seria necessário recuperar a perda de produtividade que ainda havia nas linhas de embalagens para atender a demanda do mercado. Para construir um cenário favorável ao crescimento dos negócios da empresa, foi realizado um estudo para modificar os conceitos e princípios de funcionamento e operação do sistema transporte de produtos das unidades de manufatura, buscando um sistema totalmente automatizado, com mínimo de intervenções manuais, com mínimo custo fixo operacional e maior confiabilidade do processo, ou seja, minimizando paradas por obstruções ou quebra do produto.



Figura 3. Operação manual

### 3. METAS E ESCOPO DO PROJETO

Buscando a otimização da produtividade para classe de nível mundial e resolução dos problemas operacionais, verificados no sistema de transporte a vácuo e operação manual de alimentação de produto, um projeto de capital foi iniciado para identificar e implementar o mais confiável sistema de transporte disponível no mercado, para os produtos agro-químicos em questão. Para atender as expectativas propostas para este trabalho foram definidas como justificativas para a diretoria da empresa: eliminar a operação manual e os riscos ergonômicos envolvidos; reduzir paradas do sistema transportador e geração de horas extras; eliminar custos com pessoal terceirizado, armazenagem externa, frete, contrato de empilhadeiras, compra de insumos referentes à operação manual de abastecimento de produto por bolsões; e minimizar a quebra do produto e formação de pó, visando minimizar custos relativos ao re-trabalho de pacotes com peso fora do permitido. Para que a empresa investisse recursos financeiros foram levantados os custos operacionais do sistema manual de abastecimento de produto a vácuo, perdas em vendas e investimento necessário. O estudo econômico foi validado pela área contábil da empresa para estabelecer as metas financeiras do presente trabalho, conforme tabela 1.

Tabela 1. Metas Operacionais e Financeiras

Descrição	Meta
Taxa de Retorno	49%
Retorno sobre o Capital (ROC)	189%
Pagamento do Investimento [anos]	2,42
Aumento de Produtividade [%]	60
Redução da formação de pó [%]	90
Confiabilidade dos transportadores [%]	90

Foi realizada uma pesquisa em FAYED<sup>(5)</sup>, para definição do escopo técnico deste trabalho, onde foram avaliados os sistemas transportadores existentes e disponíveis no mercado. Devido aos problemas apresentados com o sistema de transporte a vácuo, os tipos de sistema de transporte pneumáticos foram descartados. Para aprovação do novo sistema transportador foi levado em conta um fator fundamental que é baixa a movimentação do produto durante a operação de transporte, para que evite a quebra dos grânulos e conseqüente formação de pó. O sistema que apresentou menor geração de pó foi sistema mecânico de transporte por canecos, conforme tabela 2.

Tabela 2. Definição dos Sistemas de Transporte

Descrição	Resultado [%]
Transportador tipo calha vibratória	2,3
Transportador tipo correia	0,8
Transportador tipo canecos	0,3

Baseado em Deamco<sup>(6)</sup> a unidade mecânica de transporte por canecos é um sistema transportador projetado e produzido rudemente para uma operação contínua e silenciosa. O transportador de canecos é versátil na manipulação de materiais, simples de operar e capaz de atender as necessidades, devido sua facilidade em automatizar um processo complexo, simplicidade da montagem e necessitar de pouco espaço físico para instalação. A montagem da unidade é feita através de seções modulares do tipo tubular, possibilitando o rearranjo de tamanho em extensão ou contração da instalação inicial na vertical e horizontal, e sendo também apropriado para futuras expansões. Transportadores de canecos são projetados para transportar uma variedade de materiais secos, semi-secos e com umidade elevada que possuam livre escoamento. A unidade é extremamente adaptável para alimentar produto em vários sistemas ao mesmo tempo, de uma fonte única ou múltipla de abastecimento, através de seus vários pontos de descarga e estações, como mostrado na Figura 4. Baseado na confiabilidade mecânica e flexibilidade, os transportadores de canecos oferecem a melhor solução para substituição do sistema de transporte a vácuo e isto significa uma quebra de paradigmas neste processo.



Figura 4. Transportadores de Canecos

Segundo Bailey<sup>(7)</sup>, nos processos industriais e manufatura moderna é freqüentemente necessário conectar equipamentos e sistemas que são separados fisicamente. Supervisório é um sistema composto pela aquisição de dados e comando remoto de processos, visando controlar a produção e monitorar sistemas existentes na planta, de forma a interagir graficamente com os operadores.

Em pesquisa dos sistemas existentes no mercado, segundo Rockwell<sup>(8)</sup>, um sistema supervisório pode ser implementado para integrar, monitorar e controlar o processo. Telas gráficas podem ser desenvolvidas para representação visual e também permitir que os operadores interajam diretamente com o processo. Um controlador lógico programável (CLP) altamente integrado, com toda a funcionalidade de configuração por lógica ladder, é fundamental para maximizar o desempenho,

ganhar tempo no desenvolvimento de projeto e melhorar produtividade. O sistema adequado deve oferecer fidedignas comunicações, grande funcionalidade, editores flexíveis e amigáveis, diagnósticos e ferramentas de resolução de problemas com características de economia de tempo.

O escopo final do projeto aqui proposto incluiu a instalação de transportadores de canecos, um CLP integrado a um sistema de supervisor para controlar e interagir com o processo. Chaves de nível foram substituídas por células de carga em novos funis de alimentação das embaladeiras, nova coluna no CCM para motores e inversores de frequência para modulação de velocidade dos novos transportadores. Estruturas metálicas foram requeridas para suportar a base dos equipamentos, além do desmantelamento do abandonado sistema de transporte a vácuo. A arquitetura da rede de controle é mostrada na Figura 5.

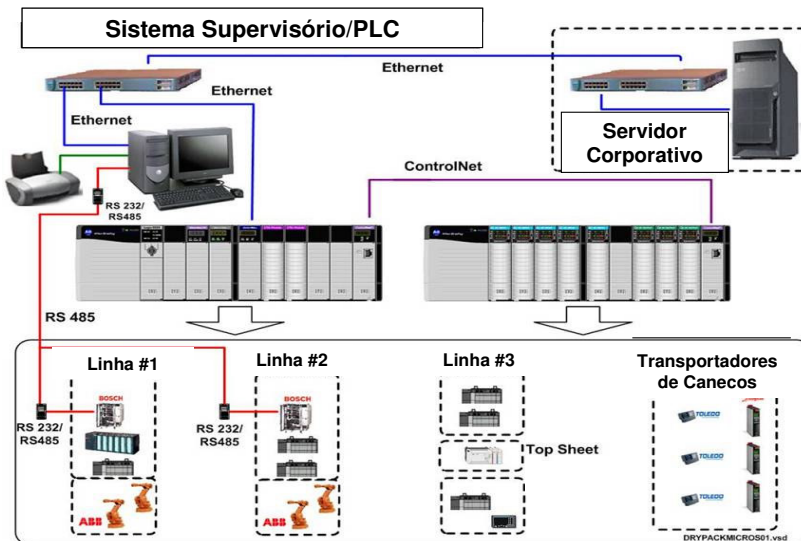


Figura 5. Arquitetura da rede de controle

### 3.1. Operação

Em Bizarria<sup>(9)</sup> e Hugh Jack<sup>(10)</sup> há conceitos sobre controlador lógico programável, principais aplicações, comandos lógicos e baseado nestes conceitos foi possível elaborar uma tabela verdade do processo, onde “0” significa unidade parada e “1” unidade em funcionamento. Toda lógica operacional foi configurada em um controlador lógico programável CLP, considerando as restrições de processo e dos equipamentos disponíveis nas unidades. Operadores têm acesso à seleção de receitas pré-configuradas no sistema supervisor e uma vez selecionadas, o CLP segue uma rotina de acionamento dos equipamentos envolvidos, mantendo um sequenciamento lógico das operações, conforme lógica definida na Tabela 3.

Tabela 3. Tabela verdade

CONFIGURACAO	LINHA-1 Silo-1	LINHA-1 Silo-2	LINHA-2 Silo-2	LINHA-3 Silo-2
1	0	1	0	0
2	0	0	1	0
3	0	0	0	1
4	0	1	0	1
5	0	1	1	0
6	1	0	0	0
7	1	0	1	0
8	1	0	0	1

Os três novos transportadores de canecos são controlados de acordo com o peso das células de carga instaladas nos funis de alimentação das embaladeiras, modulando sua velocidade através de inversores de frequência, visando manter uma operação contínua. Os transportadores têm pontos de descarga final e intermediária, que permitem o abastecimento de produto para mais de uma embaladeira ao mesmo tempo. Os pontos de descarga de produto são abertos ou fechados por comandos elétricos nas válvulas solenóides, que acionam cilindros pneumáticos.

Assim que os transportadores de canecos iniciam a operação, válvulas rotativas são moduladas automaticamente com velocidades sincronizadas, para abastecimento de produto aos funis de alimentação das embaladeiras. A principal tela de operação é mostrada na Figura 6.

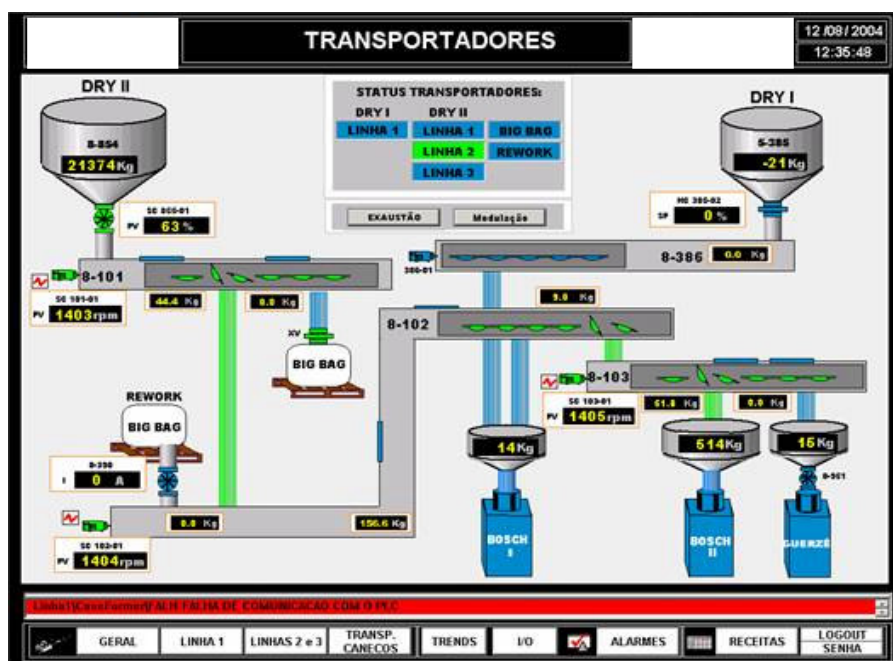


Figura 6. Tela de operação dos transportadores de canecos

#### 4. RESULTADOS

Este trabalho possibilitou o desenvolvimento e implementação de uma solução de automação para garantir a sustentabilidade do negócio e estratégia de crescimento de mercado do produto agroquímico estudado neste trabalho. A implementação do sistema mais robusto e confiável por transportadores de canecos permitiu assegurar a produtividade em nível de classe mundial e possibilitou eliminar os problemas operacionais com o antigo sistema de transporte a vácuo e posteriormente com a operação manual de abastecimento de produto nas linhas de embalagem.

Os principais benefícios alcançados foram melhorias da produtividade para níveis de classe mundial, melhoria da qualidade do produto acabado pela eliminação de quebra de produto e formação indesejável de pó, aumento da confiabilidade do sistema transportador de produto através da minimização de problemas operacionais. Houve redução do custo fixo operacional através da eliminação de mão de obra terceirizada, não utilização de insumos de embalagens relacionados à operação manual e redução de horas extras de funcionários.

Além dos benefícios de redução dos custos, como resultados adicionais foram solucionados os problemas de segurança devido à eliminação da exposição dos empregados a riscos ergonômicos relacionados à operação manual de enchimento, manuseio e alimentação de bolsões no sistema manual por caçamba. Além disso, a atualização tecnológica promovida possibilitou criar integração entre as operações das unidades de manufatura e embalagens através de um supervisor de interface amigável, onde receitas automáticas foram implementadas para facilitar a operação de



abastecimento de produto para as linhas de embalagem. Foi obtida também maior flexibilidade operacional das linhas de embalagem onde é possível rodar mais de uma receita simultaneamente.

O projeto foi implementado com sucesso, superando todas as metas técnicas e financeiras definidas. O trabalho foi reconhecido como uma solução inovadora e de quebra de paradigmas e foi convidado pela diretoria da empresa para ser apresentado na Conferencia Mundial de Manufatura, Saúde, Segurança e Meio Ambiente de 2005, realizado na sede da empresa nos Estados Unidos. Os resultados gerais seguem conforme tabela 4.

Tabela 4. Resultados

Descrição	Meta	Resultado
Taxa de Retorno	49%	50%
Retorno sobre o Capital (ROC)	189%	190%
Pagamento do Investimento [anos]	2,42	2,40
Aumento de Produtividade [%]	60	67
Redução da formação de pó [%]	90	97
Confiabilidade dos transportadores [%]	90	98

Os resultados financeiros são auditados periodicamente conforme lei americana Sarbanes-Oxley<sup>(11)</sup>. Nas figuras 7 e 8 têm-se os resultados técnicos e financeiros obtidos com a implementação deste projeto.

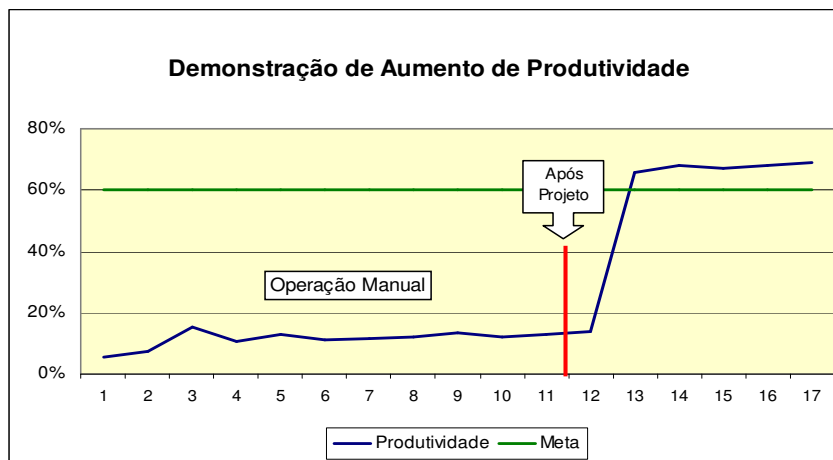


Figura 7. Resultados técnicos

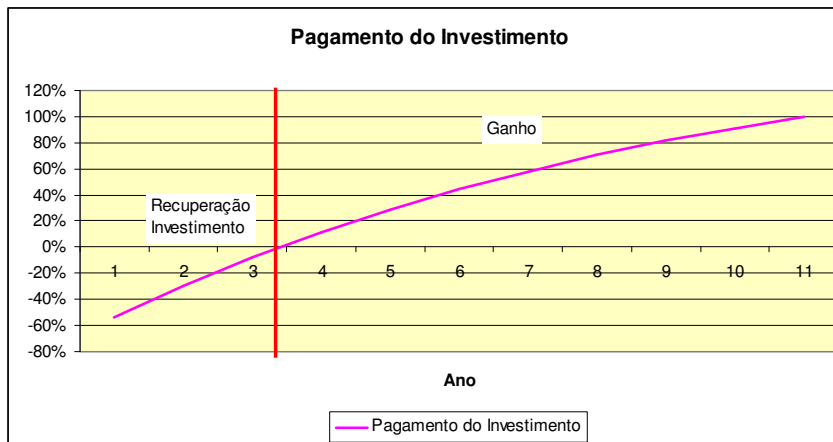


Figura 8. Resultados financeiros

## 5. CONCLUSÕES

O projeto foi implementado com sucesso, superando todos os objetivos e foi reconhecido como uma solução inovadora e de quebra de paradigmas na Conferencia Mundial de Manufatura, Saúde, Segurança e Meio Ambiente de 2005, realizado na sede da empresa nos Estados Unidos. O aumento da produtividade permitiu uma operação de classe mundial para atender a demanda crescente de mercado. A inovação tecnológica por transportadores de canecos permitiu maior flexibilidade, integração entre as umidades de manufatura, resolveu definitivamente os problemas operacionais do sistema de transporte a vácuo, criou uma interface operacional amigável, melhorou a qualidade do produto acabado, aumentou a confiabilidade dos equipamentos e processo, garantiu uma operação mais segura e reduziu os custos da companhia.

Como desvantagem para este trabalho, tem-se o alto custo de instalação do projeto, que em curto prazo torna difícil justificar o investimento. Porém em longo prazo o custo benefício é sustentável, minimizando os custos operacionais e trazendo retorno financeiro para a empresa.

## 6. REFERÊNCIAS

1. ASFAHL, C. R. **Robotics and Manufacturing Automation**. Ed. John Wiley & Sons, Inc: 1992.
2. SILVEIRA, P. R. S. & WINDERSON, E. **Automação e Controle Discretos**. Ed. Érica: São Paulo, 1998.
3. SING, N. **Systems approach to Computer-Integrated Design and Manufacturing**. Ed. John Wiley & Sons, Inc: 1996.
4. GROOVER, M. P. **Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing**. Ed. Prentice-Hall: New York, 1987.
5. FAYED, M. E. & SKOCIR, T. S. **Mechanical Conveyors: Selection and Operation**. Ed. Technomic Publishing Company, Inc: 1996.
6. DEAMCO CORPORATION. **Bucket Elevator or Lowerator Overlapping Bucket Conveyor**. Disponível em: <http://www.deamco.com/products.html>. Acesso em: 10:05H 20 Abril 2005.
7. BAILEY, D. & WRIGHT, E. **Practical SCADA for Industry**. An imprint of Elsevier: 2003.
8. ROCKWELL AUTOMATION. **Rockwell Software Products**. Disponível em: <http://www.software.rockwell.com/>. Acesso em: at 15:37H 19 Abril 2005.
9. BIZARRIA, F. C. P. **Apostila CLP (Controlador Lógico Programável)**. Curso Pós-Graduação em Automação e Controle Industrial-Ênfase em Mecatrônica - Universidade de Taubaté UNITAU, Taubaté, 2004.
10. HUGH JACK. **Automating Manufacturing Systems with PLCs**. Disponível em: <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books.html>. Acesso em: 14 Abril 2005.
11. ONE HUNDRED SEVENTH CONGRESS OF THE UNITED STATES OF AMERICA. **SARBANES & OXLEY ACT OF 2002**: begun and held at the Washington City on Wednesday, the twenty third day of January of 2002.

# PRODUCTIVITY INCREASE IN A CHEMICAL PLANT THROUGHOUT A NEW TRANSPORTATION SYSTEM FOR FINISHED GOODS

**Flávio Perpétuo Briguento**

Monsanto do Brasil Ltda, Av. Carlos Marcondes, 1200, Jd. Limoeiro  
12241-480, São José dos Campos – SP - Brazil

[flavio.p.briguento@monsanto.com](mailto:flavio.p.briguento@monsanto.com)

**Francisco José Grandinetti**

**João Sinohara da Silva Sousa**

Department of Mechanical Engineering, University of Taubaté  
Rua Daniel Danelli, s/n, 12060-440, Taubaté - SP – Brazil

[grandi@unitau.br](mailto:grandi@unitau.br)

[sinohara@unitau.br](mailto:sinohara@unitau.br)

***Abstract.** This paper presents the development and implementation of an automation solution in order to guarantee the sustainability and strategy of the market demand growths for a chemical product used for agriculture. In order to ensure the world-class productivity in an international chemical company which is the main player in the marketplace for the agro-chemical business, a huge project was elaborated to implement new product conveying system to eliminate the operational constraints with the existing vacuum conveyor system. The technological upgrade using bucket conveyors enabled the flexibility and integration among the operations of the manufacturing and packaging facilities throughout a friendly user interface via supervisory system. The major benefits reached were productivity increase, finished good's quality improvements by eliminating product breakage and undesirable dust formation, conveying system reliability increase due to the operating and maintenance constraints minimization, fixed cost reduction and elimination of the ergonomic risks related to the abandoned manual feeding operation. The project was successfully implemented surpassing the goals. The productivity increase allowed the company to achieve a world-class operation in order to attend the growing of the market demand.*

**Keywords:** *Bucket Conveyor, Supervisory System, World-Class Productivity.*