

**Importância do Desenvolvimento de um Plano Diretor de Automação. Estudo de caso: Conversão das Unidades de Glicóis e Solventes na Dow Brasil – Aratu, Bahia, Brasil.**

**Autoria: Francisco Carlos Portela da Silva**

**Salvador - Ba  
Maio, 2006**

**Importância do Desenvolvimento de um Plano Diretor de Automação. Estudo de caso: Conversão das Unidades de Glicóis e Solventes na Dow Brasil – Aratu, Bahia, Brasil.**

**Autoria: Francisco Carlos Portela da Silva**

**Orientadora: Marise Carvalho Mota Arnaldo**

**Trabalho final apresentado ao curso de  
Especialização em Automação, Controle e  
Robótica**

**Salvador - Ba  
Maio, 2006**

**Página de Aprovação**

**Examinador:**

**Cursista: Francisco Carlos Portela da Silva**

**Curso de Especialização em Automação Controle e Robótica**

**Importância do Desenvolvimento de um Plano Diretor de Automação. Estudo de caso: Conversão das Unidades de Glicóis e Solventes na Dow Brasil – Aratu, Bahia, Brasil.**

**Parecer:**

**Nota:**

## **AGRADECIMENTOS,**

À minha esposa e filhas, pela compreensão e apoio durante os vários meses em que tive que dispensar atenção ao Curso de Especialização.

À Dow Brasil Nordeste Industrial Ltda. e ao Senai-Cimatec, por me oferecer a oportunidade de participar deste processo de especialização na área de automação, permitindo-me abrir nossos horizontes para aprimorar o conhecimento nesta área de grande desenvolvimento tecnológico.

## **RESUMO**

Nos treze últimos anos as unidades de produção de Glicóis e Solventes Clorados da Dow Brasil Nordeste Industrial Ltda em Aratu, Bahia, sofreram investimentos para modernização das suas instalações, utilizando um sistema de controle de processo padrão definido pela companhia.

Inicialmente, a unidade de Glicóis deu partida à conversão do seu sistema pneumático para digital em 1993, completando esta conversão em 2003 sem ter um Plano Diretor de Automação formal e detalhado. Após a conversão da unidade de Glicóis foi anunciada a conversão da unidade de Solventes Clorados, a qual baseada na experiência da unidade de Glicóis elaborou um Plano Diretor de Automação e aplicou em um sistema de oxidação térmica, primeiro sistema convertido conforme o Plano Diretor.

Neste trabalho identifico os benefícios, quando um Plano Diretor de Automação é elaborado antes de se iniciar um processo de automação em unidades industriais. Enfatizo aspectos nas camadas de automação de instrumentação, controle e supervisão, visto que, as demais camadas têm uma equipe de automação de processo específica, lotada em outro país.

## **ABSTRACT**

In the last thirteen years the Glycols and Chlorinated Solvents production units of Dow Brasil Nordeste Industrial Ltda in Aratu, Bahia suffered investments for modernization of their facilities, using a standard process control system defined by company.

Initially, the Glycols unit started up its conversion of pneumatic to digital system in 1993 and it was completed in 2003 without a formal and detailed Master plan of Automation. After the conversion of Glycols unit, it was announced the conversion of Chlorinated Solvents unit which, using the Glycols conversion experience, elaborated a Master Plan of Automation which was applied in a Thermal Oxydizer, first converted system according to the Master Plan.

This work takes advantage of the occasion to identify the benefits when a Master Plan of Automation is elaborated before beginning an automation process in industrial units. This work emphasizes aspects in the automation layers of instrumentation, control and supervision due to upper layers have a specific process automation team to cover this needs.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura das funções .....	pg. 12
Figura 2 - Temporalidade e localização dos softwares.....	pg. 13
Figura 3 - Diferentes dimensões de um dado de acordo com a função.....	pg. 14
Figura 4 - Distribuição típica dos softwares de acordo com o nível.....	pg. 17

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB – Allen Bradley

CPU – *Central Processing Unit*

EPM – *Enterprise Production Management*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

Hh – Homem hora

ISA – *The instrumentation, Systems, and Automation Society*

KPI – *Key Performance indicator*

LIMS – *Laboratory Information Management System*

MES – *Manufacturing Execution System*

MOD™5 – *Manufacturing Operating Discipline*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PDAI – Plano Diretor de Automação Industrial

PIMS – *Product, Ingredient and Manufacturer System*

ROI – *Return of Investment*

SPC – *Statistic Process Control*

SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*

EDMS – *Electronic Document Management System*

APS – *Advanced Planning Scheduling*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 CONCEITOS BÁSICOS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE ENGENHARIA.....	11
1.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE UM PROJETO DE AUTOMAÇÃO....	12
1.3 CARACTERÍSTICA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PDAI.....	15
1.4 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO PDAI.....	17
1.5 OBJETIVOS.....	23
2. METODOLOGIA .....	24
3. IMPORTÂNCIA DO PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO.....	25
3.1 CONVERSÃO DA UNIDADE DE GLICÓIS DE INSTRUMENTAÇÃO CONVENCIONAL PARA DIGITAL.....	27
3.2 CONVERSÃO DA UNIDADE DE SOLVENTES CLORADOS DE INSTRUMENTAÇÃO CONVENCIONAL PARA DIGITAL.....	30
3.2.1 Plano Diretor de Automação.....	31
3.2.2 Aplicação do Plano Diretor à unidade de Oxidação Térmica.....	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
5. CONCLUSÃO.....	43
6. REFERÊNCIAS.....	44

## 1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Eletrônica, tem mostrado durante os últimos anos, um rápido desenvolvimento tecnológico impulsionando a Engenharia de Automação. É notório, que os produtos originados deste desenvolvimento, são substituídos de forma tão rápida, que o ciclo de vida da tecnologia apresentada fica reduzido, trazendo em alguns momentos transtornos para usuários em áreas industriais sendo que entre todas as barreiras, a que mais ressalta é a integração entre os sistemas.

O sistema é dinâmico e para não ficar muito defasado do processo de mudanças, empresas de grande porte usam o Planejamento a longo prazo como solução, e em alguns casos, podem mostrar para alguns um avanço muito rápido e de risco e para outros, a depender da decisão pode ser um retrocesso. Este Planejamento é estruturado em um documento definido como Plano Diretor de Automação [ 2 ], o qual consta de informações para a automação dos processos industriais, cobrindo o sistema de controle, intertravamento e de informações de processo.

O Plano Diretor de Automação deve ser desenvolvido o mais cedo possível, e atualizado periodicamente para redefinir os rumos da companhia, mas é visto na maioria das empresas, por uma razão ou outra, baseada no seu processo de trabalho, que ainda não absorveu esta etapa e preferem trabalhar nas soluções presentes, às quais em um curto intervalo de tempo, deixam a empresa com a necessidade de adaptação contínua nos sistemas de automação. Este tipo de adaptação leva a perdas enormes de capital, quando uma necessidade de mudança na área de processo é requisitada, além dos custos e disponibilidades de sobressalentes associados à manutenção.

Quem está envolvido na área de automação, tem notado uma crescente ênfase primária no planejamento antes da escolha de uma solução tecnológica, principalmente no Brasil, local onde a criatividade é um ponto forte. É importante notar, que soluções universais são preferidas, mas isto não invalida uma solução particular em um caso específico industrial.

Toda decisão de grande impacto, deve ser registrada com informações suficientes em um documento de gerenciamento de mudanças, definido em cada planta de processo. Isto significa que as mudanças vão ser lembradas quando a decisão for questionada.

### **1.1 Conceitos básicos de desenvolvimento de um projeto de engenharia**

De uma forma geral uma implementação de projeto obedece algumas etapas necessárias, como:

1. projeto conceitual;
2. projeto básico;
3. projeto detalhado;
4. construção; e
5. partida.

De uma maneira resumida, o projeto conceitual analisa a viabilidade técnica e econômica do empreendimento; o projeto básico define o processo, as tecnologias e os equipamentos a serem utilizados; o projeto detalhado define as características específicas da implementação; a construção implementa fisicamente às definições do projeto detalhado e a partida efetiva a implementação com uma disciplina operacional.

Uma implementação normalmente obedece a sequência acima, a qual é considerada como uma solução universal. Na maioria das vezes, as etapas de projeto conceitual e básico não são seguidas nos projetos de automação, e por indução interna do time de operação vão diretamente para o projeto detalhado, ocasionando na maioria das vezes desvios, principalmente como:

- diversas soluções heterogêneas difíceis de serem integradas;
- custo inicial mais baixo, mas crescente, à medida que novas facilidades vão sendo implementadas;
- aparente economia de tempo por iniciar o detalhamento rapidamente, mas com grande consumo de tempo e esforço, com retrabalho durante a implementação do projeto;

- aproveitamento parcial dos recursos;
- falta de previsibilidade quanto a investimento e ganho;
- soluções inadequadas para o empreendimento de forma global; e
- frustração quanto à expectativa de solução dos problemas, em particular àqueles não previstos inicialmente.

Um aspecto muito importante para ser entendido é que a automação caminha entre as soluções apresentadas como pacotes prontos e as soluções desenvolvidas sob medida. Ou seja, a automação está no limiar entre a fábrica de *software* e o projeto de engenharia. Existe um forte apelo ao uso de pacotes de *software* para a automação, sob o pretexto de ser um sistema já testado, com preços mais atraentes e com prazos mais curtos de implantação. Em alguma medida, tudo isto é verdade. O problema é que o *software* funciona, mas a solução não é aderente ao seu negócio. Neste caso, o problema parece mudar de lugar, ou seja, não é mais da automação, mas sim, do seu negócio que não está adequado ao pacote adquirido. Acontece, então, um enorme esforço para adequar o pacote ao negócio e vice-versa.

Muito cuidado deve ser tomado em relação não só ao projeto como pacote fechado, mas com os recursos de manutenção externo, que muitas vezes não estão disponíveis, além de inserir um custo operacional muito alto. É evidente que a tecnologia de processo fica sob conhecimento de pessoas externas à companhia, e se não tiver um representante da empresa que não conheça bem a nova tecnologia, pode levar a um custo operacional muito alto.

Em qualquer situação o problema persiste, e soluções aparentemente fáceis e rápidas precisam ser analisadas com cuidado e profundidade, para não se tornarem um problema depois. É esta, justamente, a proposição do PDAI (Plano Diretor de Automação Industrial).

## **1.2 Características específicas de um projeto de automação**

Diferente de outros projetos de engenharia, a automação tem algumas características que demonstra uma identidade particular. Podemos afirmar que, a Automação é uma

ciência recente e que continua tendo um crescimento muito rápido, visto a sua integração com os sistemas eletrônicos.

Fazendo uma análise nos últimos cinquenta anos, identificamos mudanças sucessivas como sistemas pneumáticos dando lugar aos eletrônicos, painéis de relés sendo substituídos por sistemas lógicos programáveis, painéis gráficos sendo substituídos por sistemas supervisórios, cartas registradoras e planilhas sendo substituídos por sistemas de gerenciamento das informações de Processo, e ainda hoje, as operações locais sendo centralizadas. Outros exemplos podem ser mencionados, mas os que têm maior interface com a área industrial foram mencionados anteriormente.

A evolução histórica é primordial para entender e suportar as decisões atuais, visto que, é uma área muito dinâmica. Se formos observar a evolução tecnológica, sistemas desenvolvidos atualmente, já estarão obsoletos em menos de cinco anos e a partir deste momento seus dias estarão contados para sua obsolescência total, e somente o canibalismo entre instrumento poderá manter um deles ativo. Isto é um requisito muito forte para estabelecer um gatilho na atualização do Plano Diretor de Automação, momento no qual, o plano é reanalisado e estabelecida uma estratégia, o que significa que a automação seja totalmente substituída nesta frequência.

Devemos observar outros aspectos importantes da automação, que devem ser observados no Plano Diretor, como a padronização e integração das soluções tanto no sentido da mesma camada, como nas diversas camadas da automação. Quando sistemas heterogêneos são implementados nas diferentes camadas da automação, inicia-se um processo de redução de produtividade, visto que as diferentes soluções são atualizadas tecnologicamente em períodos diferentes, ou até mesmo perdem a sua disponibilidade no mercado. Do ponto de vista tecnológico, pode-se ter até uma solução para a interligação entre estes sistemas, mas se apresentam como soluções particulares.

Portanto, o PDAI deve explorar, fortemente, a integração dos sistemas e a especificação das funções que devem ser implementadas em cada nível. A figura 1 mostra esta estrutura.



Figura 1 – Estrutura das funções.

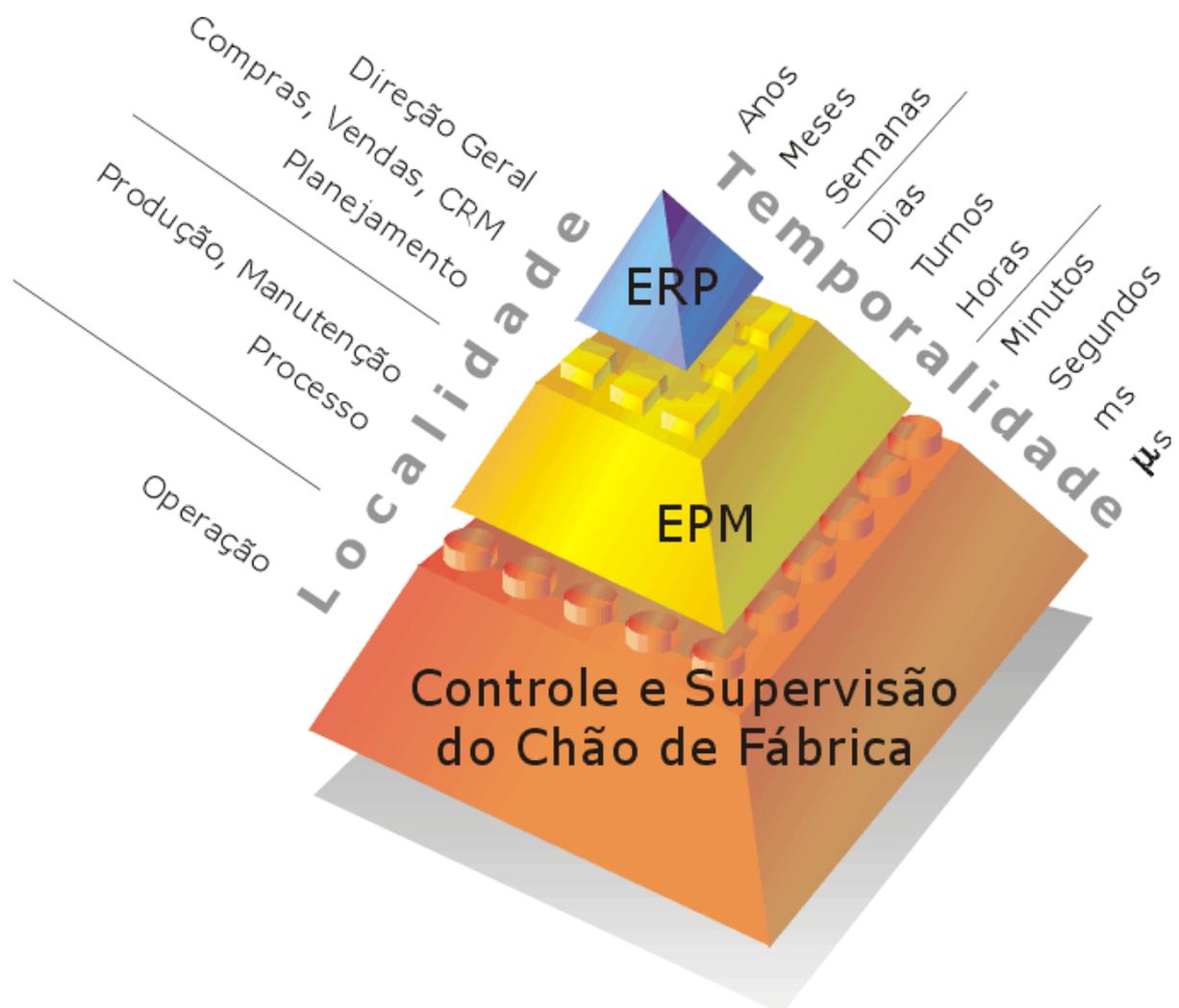
Fonte: Revista In Tech Brasil (2006, p.15)

[ 1 ] Esta é uma estrutura típica e deve nortear os limites de funcionalidade dos projetos. Aparentemente, não há dúvidas quanto a esta definição, mas é comum depararmos com problemas decorrentes da não observação desta estrutura. Isto, muitas vezes, acontece porque os *softwares* desenvolvidos para uma camada, contemplam funcionalidades que podem também serem usadas em outra. São exemplos destes problemas a implementação de relatórios complexos e o tratamento histórico de dados no nível 2.

É claro, que é possível usar as funções de monitoração histórica de uma variável no supervisor e até em algumas IHMs (Interface Homem Máquina), mas esta não é sua função característica. Sua função típica é operacional e quando colocamos funções históricas, estamos desviando do operador a função de operar. Outro exemplo é a implementação de funções típicas de MES (*Manufacturing Execution System*), como acompanhamento de produção e *tracking* no nível 4. Como o acompanhamento de produção é uma função que exige que os dados sejam transmitidos em tempo real do

chão-de-fábrica até o sistema que está acompanhando a produção, os tempos têm que serem compatíveis com estas funções.

Os *softwares* são desenvolvidos de acordo com as características da necessidade que eles irão atender. A figura 2 mostra as características de temporalidade e localidade, em função da camada na qual este *software* deverá ser utilizado.

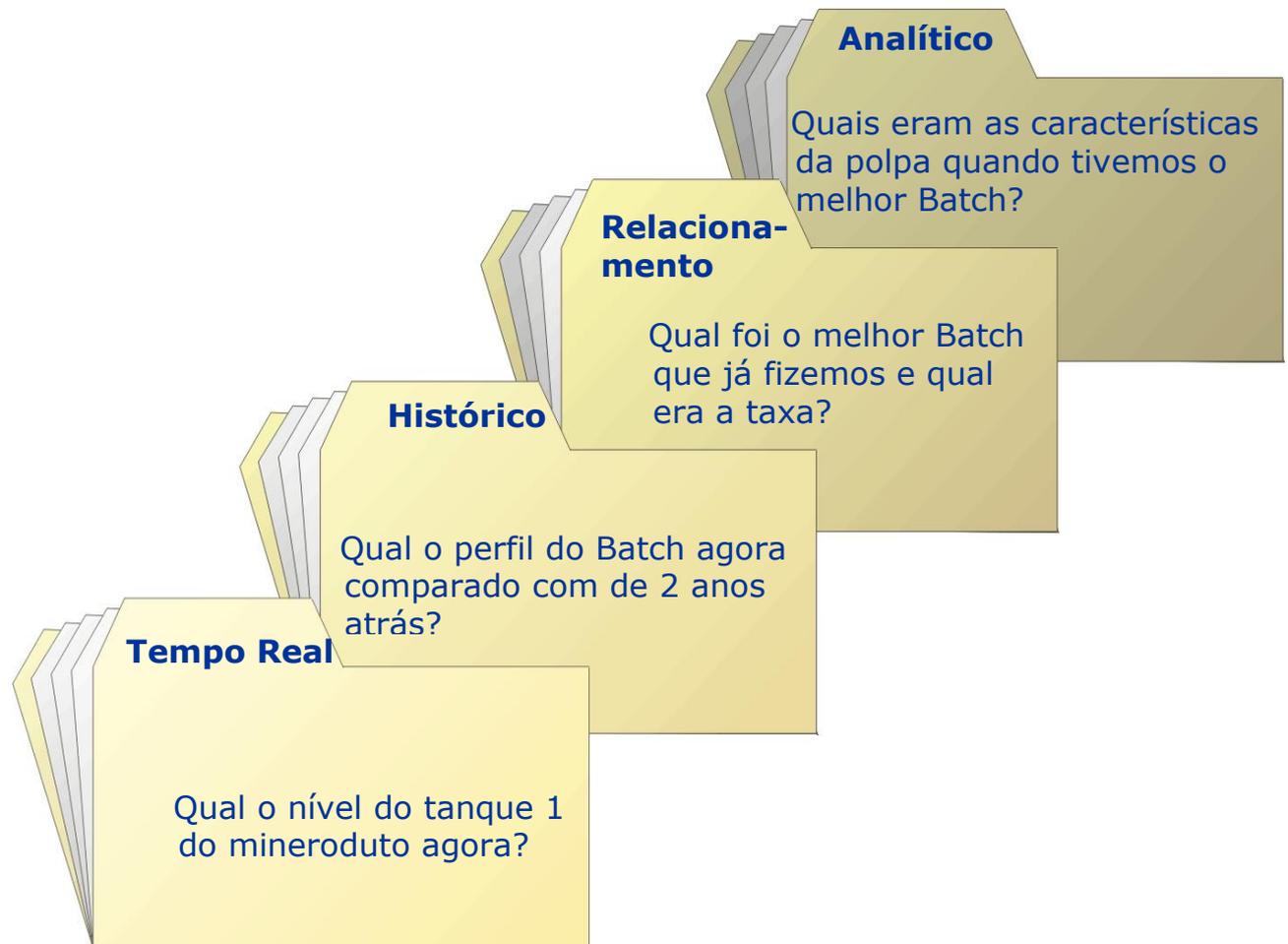


Fonte: Revista In Tech Brasil (2006, p.16)

### 1.3 Características de desenvolvimento de um PDAI

Para o desenvolvimento do PDAI é fundamental o conhecimento do negócio. As características e as peculiaridades do negócio devem ser percebidas, para que suas necessidades sejam contempladas satisfatoriamente nos níveis de automação, a serem especificados no PDAI. Para se conhecer o negócio, é importante que todas as áreas sejam exploradas, não somente a automação ou manutenção, mas também a

operação, o gerenciamento, a área de programação e planejamento de produção, de planejamento estratégico, de materiais, etc. Isto porque o mesmo dado tem tratativas e contém informações diferentes, para cada nível do sistema que o utiliza. Assim, o conhecimento do negócio e do processo são fundamentais para definir a necessidade ou não dos dados, da forma como serão sensoriados, transmitidos e tratados nos diversos níveis da automação. A figura 3 exemplifica esta questão.



Portanto, o desenvolvimento do PDAI exige, em um primeiro momento, uma grande capacidade de análise para que todos os aspectos da organização sejam considerados. Em uma etapa posterior, é necessária uma boa síntese para que o documento não fique extremamente extenso e difícil de ser implementado. Cabe salientar que, o PDAI não é um projeto detalhado de automação nem um catálogo para consulta. É um documento executivo; portanto, apesar de sintético, deve conter informações suficientes para suportar o detalhamento dos projetos a que ele se refere.

#### 1.4 Etapas para elaboração do PDAI

Não existe uma norma ou uma regra para elaboração de um PDAI. No entanto, é importante seguir algumas etapas na sua elaboração:

- **Levantamento de campo** - O levantamento de campo deve ser minucioso e detalhado ao máximo. Devem ser levantados e entendidos o processo, os equipamentos com suas características e funcionamento, a automação existente com suas restrições, as demandas das equipes de operação e manutenção, as necessidades de dados que não estão sendo medidos, os problemas existentes nos diversos níveis da automação, isto é, da instrumentação até o ERP (*Enterprise Resource Planning*). Outro aspecto importante no levantamento de campo que muitas vezes não é considerado com a importância devida é a capacitação do pessoal.

Como a automação é uma ciência de rápida evolução tecnológica, é importante que seja levantada a capacitação atual da equipe e a necessidade de treinamento para que esta equipe seja capaz de absorver as novas tecnologias propostas. Pode-se dizer que uma, entre as maiores dificuldades a serem enfrentadas na implantação de novas tecnologias, está relacionada à assimilação desta tecnologia por parte da equipe. Além do aspecto tecnológico, que por si só gera um razoável impacto, há a mudança na maneira de operar, a familiarização com as novas ferramentas e a tradicional resistência a abandonar hábitos já arraigados e iniciar novos modos operacionais.

- **Análise das tecnologias disponíveis** - A partir de um levantamento detalhado da situação existente é analisada a estrutura de automação que melhor atenda às necessidades da empresa. Para definir essa estrutura, é importante fazer uma análise ampla das tecnologias disponíveis, das tendências futuras, do suporte existente, do parque instalado, dos planos de expansão da unidade em questão, entre outros aspectos.

É interessante notar que, nem sempre a tecnologia inovadora com as melhores características técnicas é a vencedora. Além das características técnicas, aspectos comerciais, mercadológicos e os aspectos conhecidos como a teoria, ou navalha de Ockham que é uma teoria atribuída ao filósofo inglês William de Ockham (1285 – 1350) o qual criou o princípio de que todo conhecimento racional tem base na lógica,

de acordo com os dados proporcionados pelos sentidos. Este princípio, que serviu de base ao racionalismo em uma época que os cientistas eram facilmente acusados pela Igreja como hereges, estabelece que "as entidades não devem ser multiplicadas além do necessário, a natureza é por si econômica e não se multiplica em vão". Todos os aspectos mencionados anteriormente têm grande influência sobre a sobrevivência de uma tecnologia.

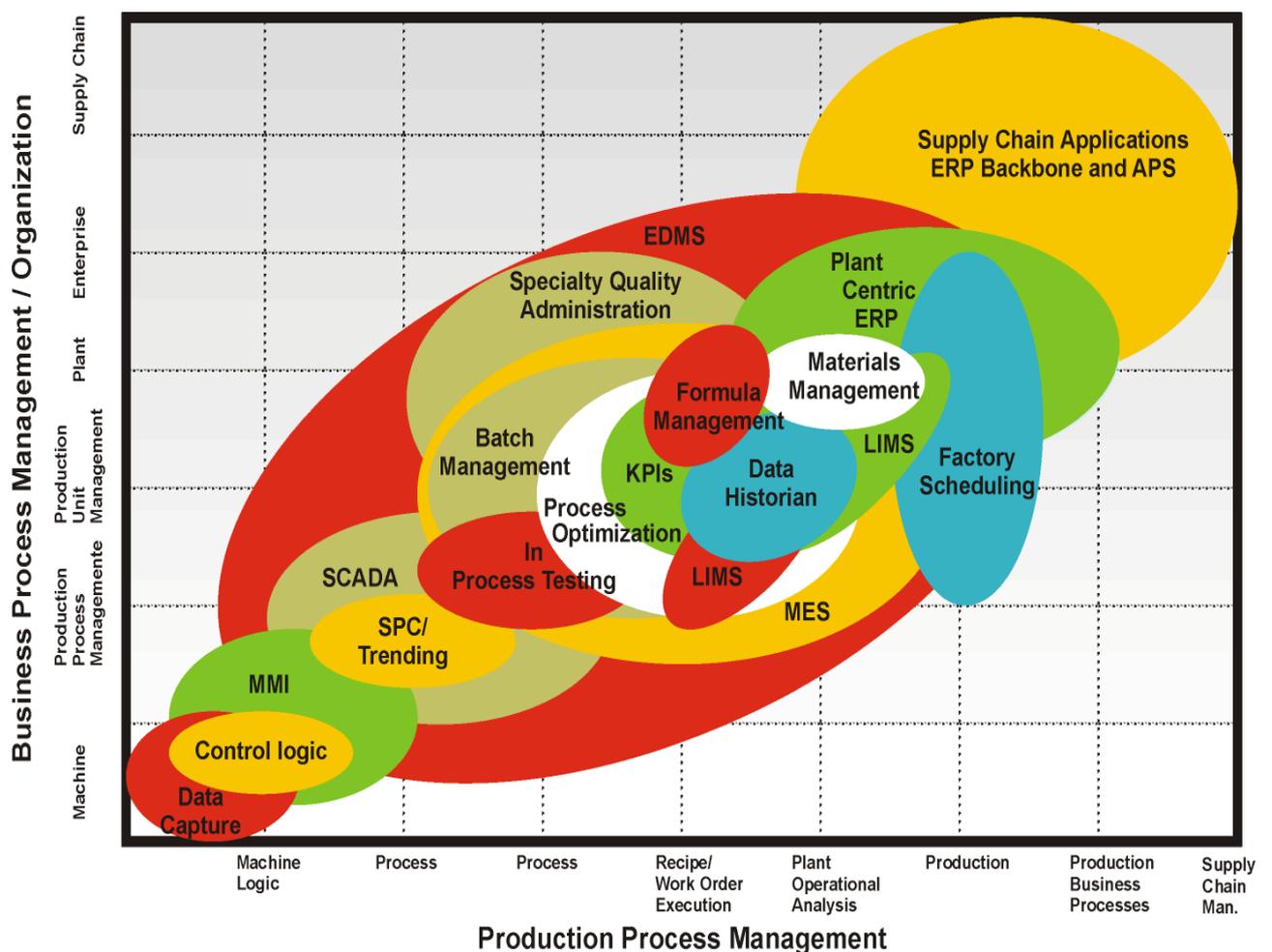
Nichos específicos de mercado podem também direcionar qual tecnologia é mais apropriada em uma determinada aplicação. Todos estes aspectos devem ser considerados nos diversos níveis: instrumentação, redes de campo, acionamentos, sistemas de controle, aquisição de dados, sistemas de supervisão, sistemas de PIMS (*Product, Ingredient and Manufacturer System*) e MES, *software* de laboratório e manutenção, áreas de suprimentos e sistemas ERP.

- **Definição das funcionalidades** – O levantamento das necessidades de cada área irá mostrar as funcionalidades que deverão ser especificadas. Algumas destas funcionalidades são de aplicação geral e outras serão específicas de cada área. Funções de planejamento de produção, acompanhamento da produção e KPIs (*Key Performance Indicator*) são, normalmente, de aplicação geral. Outras funções como rastreabilidade, relatórios gerenciais específicos, cálculo de rendimento e otimização de processo são funcionalidades aplicáveis a áreas específicas.

A definição dos KPIs está ligada às condições operacionais, de processo e até de estratégia da empresa. No entanto, o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é um índice universal, usado pela maioria das empresas, com algumas variações. Normalmente formado pelo índice de disponibilidade, de utilização, de rendimento e de qualidade, o OEE representa bem a performance operacional dos equipamentos e é largamente usado como um índice de desempenho. Outros aspectos, como a análise de gargalos, são importantes de serem analisados em conjunto com os índices de desempenho. Isto porque o desempenho individual de um equipamento ou de uma área pode não representar o desempenho da planta como um todo e, em alguns casos, até ser contraproducente.

Como exemplo, um ótimo desempenho de áreas que antecedem um gargalo irá gerar estoques intermediários indesejáveis com a conseqüente mobilização de ativos.

Portanto, a análise de indicadores de desempenho tem que ser feita com critério. Este também é o caso do desdobramento de metas globais em metas locais. Exige bastante critério a definição das metas, para que não crie contradições entre as metas global e local. Um exemplo real de um problema desta natureza, foi a meta estabelecida para consumo de reagentes, em uma planta de flotação. Para cumprir a meta de consumo de reagente, o operador reduzia sua dosagem em detrimento do ganho na recuperação. Problemas deste tipo não são raros e por isto, merecem cuidado na análise e na definição. A figura 4 mostra uma distribuição típica dos *softwares*, de acordo com as funcionalidades e a estrutura organizacional.



- **Definição da arquitetura** – A definição da arquitetura deve considerar diversos aspectos:
  - Tendência tecnológica – A tendência tecnológica, como qualquer outra análise de tendência, tem embutida em si certo risco. Muitas vezes, produtos de grande

potencial tecnológico são suplantados por outros de menor potencial. Fusões, aquisições de empresas e diversos outros aspectos de mercado têm capacidade de reverter situações menos favoráveis. Por isso, a análise de tendência tecnológica não deve se prender somente às características técnicas do produto, mas também aos movimentos de mercado. Apesar disto é possível, naturalmente, com alguma margem de risco, ter certa previsibilidade das tendências tecnológicas que provavelmente serão vencedoras.

- Suporte local – A existência de suporte técnico local ou acessível é um fator importante a ser analisado. Como no Brasil trabalhamos muito com tecnologia importada, este fator pode ser determinante na escolha de uma solução. Isto inclui não só o aspecto de venda, mas, principalmente, o suporte após a venda. Atualmente, cada vez mais, as empresas procuram reduzir seus estoques e trabalhar com o estoque do fornecedor. Se este fornecedor estiver a mais de 5.000 km de distância, está claro que, não haverá esta possibilidade de um bom suporte pós-venda. Por outro lado, ter em estoque uma segunda configuração, obviamente não é uma opção razoável. Além da questão de *hardware* de reserva, deve ser analisada a questão da evolução e da obsolescência da configuração, que sem um suporte local ficam muito dificultadas.

- Situação existente – Outro aspecto que não pode ser esquecido é o da situação existente. Conforme já foi dito, a evolução da tecnologia de automação é muito rápida e não é viável fazer atualizações a cada evolução. No entanto, não se deve ficar muito defasado tecnicamente porque começarão a aparecer problemas de falta de peças de reposição, de novas funcionalidades que o sistema não é capaz de executar, etc. Por isso, é importante, tanto quanto possível, manter produtos da mesma linha dos já instalados. De certa forma, preserva-se o conhecimento da equipe de manutenção e, muitas vezes são possíveis aproveitamentos, ainda que parciais, quando for feita uma atualização. Este ponto tem um peso relativo porque outros aspectos como novas tecnologias e preços mais competitivos, pesam na decisão por novos produtos.

- a. Gerenciamento da mudança:- Um fator que a cada dia está tomando mais relevância e que tem sido determinante para o sucesso é o gerenciamento da

mudança. Apesar de, em alguns aspectos, este assunto estar ligado mais à área de recursos humanos que à área técnica, principalmente na área de automação onde as mudanças são muito rápidas, é necessária especial atenção em como a equipe irá assimilar as mudanças causadas pela automação.

Toda mudança causa um certo desconforto, principalmente na área industrial, onde as equipes de operação e manutenção estão sob forte pressão para conseguir bons rendimentos, recordes de produção e baixo custo. Logo, é natural que as mudanças sejam recebidas com certa reserva nas áreas industriais. E há também, a natural associação de projetos de automação à reestruturação e redução dos quadros operacionais, o que vem acrescentar mais tensão ao processo. Portanto, não podemos agir como se este problema não existisse ou como se ele pudesse ser resolvido por si só. É preciso dar um tratamento especial, tanto do ponto de vista de assimilação da tecnologia com programação de treinamentos para as equipes envolvidas, quanto de outros aspectos que envolvem a mudança.

Este assunto deve ser tratado em um capítulo especial do PDAI porque pode determinar o sucesso ou o fracasso, na implementação dos projetos de automação.

b. Levantamento dos custos e dos benefícios - Depois de especificados os projetos, deve ser feito o levantamento dos custos e benefícios decorrentes da implantação destes projetos. O levantamento de custos é, simplesmente, o planilhamento dos custos de instrumentação, *hardware* nos diversos níveis, licenças de *software*, desenvolvimento de engenharia, implantação, treinamento, entre outros.

As maiores dificuldades aparecem no dimensionamento dos benefícios. Primeiramente, estes benefícios devem ser separados em benefícios quantitativos e qualitativos, ou seja, aqueles que podem e aqueles que não podem ser medidos. Existem outros que são estratégicos e, ainda, aqueles que são necessários para cumprir legislação ou normas. Consideramos aqui somente os benefícios quantitativos porque o objetivo é o cálculo do retorno financeiro.

Os projetos elencados no PDAI têm objetivos específicos e devem ser organizados, para que seja possível mensurar o retorno. Em muitos casos, mais de um projeto

deverá ser agrupado porque não será possível separar o benefício quantitativo previsto. Este benefício só será conseguido, se um conjunto de projetos for implantado. Em outros casos, os projetos são estanques e poderão ter seus benefícios dimensionados individualmente. O dimensionamento do benefício é, então, passado para planilhas, conforme o potencial de ganho do projeto.

O cálculo do retorno será feito de acordo com o critério do cliente, mas, via de regra, são usadas funções estatísticas mais comuns, como retorno de investimento (ROI) e valor presente líquido.

c. Cronograma de implantação - A implantação dos projetos de automação considerados no PDAI obedece aos seguintes critérios:

- Os projetos que são responsáveis pela arquitetura do sistema devem ser priorizados;
- Os projetos que são responsáveis por atender a legislação devem ter sua implantação, de acordo com as datas legais;
- Os projetos estratégicos devem ser considerados no cronograma, de acordo com sua importância para a empresa, dada pela diretoria;
- Os projetos restantes devem ser priorizados em escala decrescente do seu retorno de investimento. Assim, aqueles com melhor retorno serão implantados primeiro;
- Alguns projetos devem ser, necessariamente, implantados ainda que não pertençam a nenhuma das classes acima listadas. São os projetos de treinamento e *Change Management*.

## 1.5 Objetivos

Os principais objetivos deste trabalho são:

- analisar o histórico da implementação do controle de processo na Dow Brasil do Nordeste Industrial Ltda, localidade Aratu, das unidades de Glicóis e Solventes baseado no desenvolvimento de um Plano Diretor de Automação; e
- mostrar as dificuldades encontradas durante uma implementação de sistemas digitais de automação, quando um Plano Diretor de Automação não é elaborado ou seguido.

## **2. Metodologia**

Baseado na experiência vivida nas conversões das unidades de Glicóis e Solventes Clorados associado a recomendações do artigo da revista ISA (The Instrumentation, Systems, and Automation Society) Brasil número 80, ano 2006, o autor descreveu esta experiência ressaltando os pontos positivos e negativos do processo de conversão.

Inicialmente, utilizando o processo cronológico, a unidade de Glicóis foi analisada e em seguida, a unidade de Solventes Clorados dando ênfase na conversão do sistema de oxidação térmica de pneumático. Os aspectos do Plano Diretor foram ressaltados na descrição de cada unidade e condensados nas considerações finais.

### 3. IMPORTÂNCIA DO PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO

Durante os últimos treze anos de operação, as unidades de Glicóis e Solventes experimentaram e ainda, continuam em um processo de modernização, utilizando a tecnologia digital. A abordagem deste trabalho alerta quanto à necessidade de desenvolver, ainda mais cedo, um Plano Diretor de Automação, a fim de orientar e facilitar a comunicação entre as diversas camadas e *softwares* de automação.

Atualmente, podemos efetuar uma análise de dois diferentes momentos de conversão de unidades industriais, visto que há treze anos atrás, a Unidade de Glicóis iniciou sua implementação e, cerca de dois anos atrás, tivemos a confirmação da necessidade de conversão da unidade de solvente. Para esta conversão, as experiências vividas na unidade de Glicóis foram incorporadas e analisadas no processo de conversão, da unidade de solventes com a experiência de aplicar este documento, na primeira unidade a ser convertida.

Antes da definição de um projeto de modernização, os seguintes aspectos foram evidentes em ambas unidades operacionais:

Compra de *spare part* – Compradores demonstram dificuldade de repor os instrumentos e equipamentos, devido à mudança tecnológica. Para encontrar os equipamentos atuais, a companhia tem um custo adicional de aquisição porque estes equipamentos, não mais fazem parte da linha de produção.

Excesso de instrumentos instalados – Dificuldades de aquisição tornam-se necessárias à instalação de instrumentos atualizados, associados a outros instrumentos, fazendo interface com os defasados tecnologicamente. Esta adição torna a instalação industrial vulnerável a falhas e, com isso, tem-se associado perdas de produção que podem chegar a valores, que em cerca de 1 a 2 anos cobririam o investimento na modernização.

Mão-de-obra – Quando uma intervenção é requerida, os Hh (Homem hora) gastos para efetuar a manutenção destes instrumentos é muito superior aos modernos, devido aos procedimentos necessários de remoção dos instrumentos, para sua

calibração em bancada e ajustes específicos, onde é necessário a substituição de peças.

Exatidão – Cada vez mais, o processo requer uma exatidão nas medições para cobrir necessidades de pagamento, cálculos internos de balanço, cálculos de estequiometria e redução de variabilidade de processo. Cada um dos itens mencionados anteriormente, quando bem tratados, abre caminho para um projeto de grande retorno comparado com o investimento aplicado.

Relações humanas – Em muitos casos, verifica-se um relacionamento crítico entre manutenção e operação, devido a obsolescência dos instrumentos. Um caso típico é quando ocorre uma parada de unidade, por motivo de falha de instrumento ou quando o mesmo encontra-se informando valores incorretos, gerando produto fora de especificação. Como é de se esperar, a tendência do ser humano é procurar, a princípio, defender seu ponto de vista e, com isso, a operação efetua a cobrança do retorno do instrumento e a manutenção justifica a falta de investimento.

Estimativas de custo – Verifica-se nas estimativas de custo para projetos ou qualquer mudança em processo um elevado custo de investimento, devido à necessidade de atualização e criação de instalações de interface, para manter a comunicação entre os diversos instrumentos. É muito comum ouvir, que o investimento é muito alto para uma pequena mudança, mas a longo prazo é o melhor direcionamento a ser tomado, devido à identificação imediata na redução de intervenção de manutenção e aumento da confiabilidade nas medições.

Modo operacional – É muito comum, encontrar instalações obsoletas operando no modo manual, devido a problemas internos do instrumento, meio utilizado para transmissão do sinal, e outros. Operação em manual, significa que algum sistema está operando com variabilidade acima do requerido, devido à sintonia inadequada, dificuldade de uso de lógica avançada, entre outras. Identificamos também, que esta operação em manual, causa um gasto excessivo de energia e, pode levar a unidade a operar em condição de risco de segurança e perda de produção.

Hora-extra – O aumento de hora-extra é verificado quando instrumentos obsoletos estão presentes, em virtude da grande probabilidade de ocorrência de manutenção fora do expediente, a qual é necessária para evitar alta perda de produção. Neste caso, verifica-se também, a necessidade de aplicação de procedimentos de análise, para autorização das intervenções em horário extra ou arriscar a operação por um tempo prolongado, até atingir o horário normal de operação.

Nos itens seguintes, abordaremos com mais detalhe a experiência vivida em cada uma delas fazendo uma comparação de forma sucinta, baseada na necessidade de um Plano Diretor de Automação.

### **3.1 Conversão da Unidade de Glicóis de instrumentação convencional para digital**

Definido ainda, no início dos anos 90, a conversão da planta de processo para um sistema de controle digital. A nossa localidade, America Latina, não detinha o conhecimento da tecnologia e o primeiro passo foi criar um time, para buscar conhecimento nos Estados Unidos, por um período de um ano. Um representante de cada unidade foi selecionado e tinha como objetivo, definir o primeiro sistema a ser convertido. Naquela época, a unidade de Solventes Clorados permanecia ainda na instrumentação convencional e, nenhum representante fora selecionado, visto que tinham planos para o fechamento da unidade.

No caso específico da unidade de Glicóis, o primeiro sistema selecionado foram as caldeiras. Époça em que o representante da Planta, teve dificuldades em justificar a unidade selecionada, pois não encontrava argumentos em redução de custos. Pelo investimento a ser aplicado no sistema, visto que a primeira unidade deveria arcar com a infraestrutura, logicamente, o investimento de capital seria muito alto.

A visão do representante naquele período estava muito focada no sistema selecionado e, não conseguia captar todos os sistemas da unidade. Isto demonstrava claramente, a falta de um plano para a conversão total da planta.

Felizmente, ocorreu a necessidade de implementar uma nova unidade de oxidação térmica nesta planta e, com isso, direcionou-se para o novo sistema de controle digital, o qual de alguma forma, absorveu os custos da infraestrutura que apenas atendesse a este investimento. Mais uma vez, não ocorreu a análise dos aspectos primordiais do desenvolvimento de um plano, pois muitas ocorrências ainda estavam por vir. Este sistema de oxidação entrou em operação em 1994.

Foi muito custoso o processo de treinamento da organização, inclusive Técnicos de Operação, os quais são a mola mestre para manter a operacionalidade juntamente com os programadores do sistema. Um aspecto importante nesta época foi a construção de uma sala específica, para atender os requisitos operacionais do novo sistema, sendo decidido construí-la ao lado da existente, causando aos Técnicos de Operação uma barreira do ponto de vista tecnológico e de deslocamento.

Ficou muito evidente nesta época, o impacto humano nas pessoas com a implementação da nova tecnologia. Nenhum plano formal estava definido, para amenizar a reação dos Técnicos de Operação e, segundo entrevistas na sala de controle, ficava muito claro o medo de perder o emprego, com a presença da tecnologia e, também, uma reação de que a unidade não conseguiria operar nestes sistemas, visto que o conhecimento da planta, estava na cabeça dos Técnicos de Operação. Analisando a reação por um ângulo, tinha sentido porque algumas operações eram efetuadas por determinados Técnicos com mais facilidade.

Desde a implementação do time para treinamento externo, a unidade experimentou três diferentes coordenadores, responsáveis pela implementação do novo sistema de controle digital. A primeira análise que se vê é que os três não tinham conhecimentos operacionais de campo dos processos envolvidos e, isto dificultou a justificativa. Após a partida do primeiro sistema, um participante do time de partida, com conhecimento da área envolvida, foi convidado para coordenar a implementação.

Estava muito claro na época, que desenvolvimento de Plano Diretor de Automação era uma atividade de perda de tempo, e que estas horas poderiam ser utilizadas em atividades de desenvolvimento da conversão relativa, a estudo de estratégias de controle com relativo levantamento de oportunidades.

O projeto conceitual era muito pobre e, com isso, não se podia trabalhar em uma atividade que era desconhecida. Fatalmente, os desvios estavam certos para acontecer, sem que o time de implementação conseguisse enxergar. Na verdade, os eventos aconteciam e medidas eram tomadas em seguida, admitindo-se que a eficácia não era tão alta. Mas, o conhecimento através da experiência, era muito custoso no sentido de capital, como o desgaste físico era evidente.

Dando continuidade ao processo, iniciou-se uma análise de todos os sistemas para identificar o *hardware*, necessário para atender a unidade de Glicóis. No entanto, vários conceitos de restrição ainda eram uma incógnita e, mantinha-se desconhecido para o time. Estas necessidades tornaram-se evidentes mais tarde, quando a planta próximo de 80% da conversão, mostrou-se limitada para novas implementações, e neste momento, descobriu-se a necessidade de um capital adicional, para atender à modificação. Nesta ocasião, o envolvimento não foi somente de capital, como gastos de Homem hora para efetuar a modificação.

Durante vários anos, a planta experimentou um plano de investimento de projeto muito alto e, em todas as ocasiões, o sistema de controle digital estava envolvido, mas sua arquitetura ainda era definida para o processo atual da planta, sem contemplar as melhorias de processo. O impacto foi muito grande e por duas ocasiões, tivemos que realocar o controle de algumas unidades de processo, para outros sistemas com disponibilidade em absorver entradas e saídas novas. Estas modificações adicionais, implicaram em um custo adicional, para o negócio na ordem de MUS\$ 160.00. Gastos relativos a programação é economizado, visto que o programa de controle é desenvolvido por funcionários, não necessitando de contratação externa.

Quanto ao Plano de treinamento, nenhum documento formal tinha sido definido, apenas um acordo com a supervisão, que seria utilizado um representante de operação para acompanhamento do projeto e, este recurso, teria a responsabilidade de elaborar toda documentação e ministrar o treinamento para os técnicos de operação. Em seguida, o representante de operação retornaria para o turno de trabalho e outro recurso seria deslocado, para cobrir um novo sistema definido para conversão.

A intenção, na época, era manter um Técnico com conhecimento suficiente na unidade em questão, para suportar outros Técnicos que, porventura, tivessem alguma dúvida no sistema específico. Este processo não levou muito tempo, devido a restrição de hora extra, exigir o retorno dos Técnicos ao turno e, os treinamentos em algumas ocasiões, foram feitos com o Técnico de Operação, no turno operando a unidade. Este processo teve um desgaste muito grande para o time de implementação, com uma baixa produtividade no processo de treinamento.

Algumas questões foram levantadas na época, mas a exigência do negócio foi muito mais forte, visto a condição econômica em que se encontrava o sistema.

Atualmente, identificamos a necessidade de elaboração de um Plano Diretor de Automação, para conseguir ter a visão a longo prazo. O sistema que foi instalado há treze anos atrás, encontra-se em fase madura na classificação dos sistemas de controle. Esta fase, requer uma justificativa muito forte para sua seleção atualmente, visto que, encontra-se ainda na fase infantil, o sistema adotado pela corporação como padrão. Portanto, o trabalho que não foi executado a algum tempo atrás, deverá ser iniciado para não experimentar o mesmo problema. Por questão de cultura, uma estratégia está sendo desenvolvida, para viabilizar o desenvolvimento de um plano Diretor de Automação específico e formal para a unidade. Por enquanto, o mesmo procedimento continua sendo adotado, com ajuste baseado na experiência do passado.

### **3.2 Conversão da Unidade de Solventes Clorados de instrumentação convencional para digital**

A unidade de produção de Solventes Clorados passou pelo estágio de pico máximo, onde de alguma forma, pequeníssimo investimento para substituir alguns instrumentos, foram forçosamente necessários, devido não estar mais disponíveis spare part para substituição dos instrumentos sob intervenção de manutenção. Ainda, sob forte pressão de manter-se competitivo sem investimento de capital, principalmente para modernização, a única saída foi a implementação de sistemas de

controle, disponíveis em projetos desenvolvidos em outras unidades que sobraram e aquisição de sistemas mais acessíveis.

Para ilustrar a condição atual desta unidade, identificamos na instalação, instrumentos *single loop*, *multi loop*, AB (Allen Bradley) SLC 's, AB *micrologix*, comunicação via rádio, supervisor *Painel View* e *In touch*, pneumáticos, outros eletrônicos, chaves *switches* em excesso no painel de controle. Outras saídas foram a inserção de melhoramentos de baixo capital na unidade operacional, quando a segurança e operabilidade da unidade estava em risco.

Hoje, decidiu-se pela continuidade da planta de processo, por um período de aproximadamente quinze anos e, disparou-se um estudo de modernização da referida Planta. O que está suportando este processo é um projeto de um sistema que, fisicamente, está instalado nesta unidade e seguindo o direcionamento para seleção do sistema de controle. Portanto, fez-se necessário um Plano Diretor de Automação, a fim de estabelecer um planejamento formal e sequencial da conversão, evitando distúrbios e seleções incorretas de sistemas, conforme desvios encontrados na unidade de Glicóis.

### **3.2.1 [ 2 ] Plano Diretor de Automação**

Alertado pelo curso de Especialização, Controle e Robótica ministrado pelo Senai-Cimatec, através de trabalho de disciplina e Seminário sobre o assunto, coordenado pela ISA (The instrumentation, Systems, and Automation Society) que o Plano Diretor de Automação é o pre-requisito para dar partida ao projeto de modernização da unidade, onde sua intenção é estar sempre tecnologicamente adequado ao desenvolvimento, viabilizando o fluxo de informações entre as diversas camadas da automação. Este processo decisório, quando bem utilizado e planejado, traz ganhos a curto e longo prazo, visto que, a competição apresentada hoje em dia está muito acirrada.

Uma falta do processo de modernização, vai tornar os equipamentos obsoletos e, com isso, aumento de custos onde equipamentos *spare*, somente serão encontrados

com um custo muito alto e, em muitos casos, o canibalismo torna-se evidente. Neste momento, é identificada a necessidade urgente da aprovação de um projeto de modernização.

Baseado nos aspectos acima, um Plano Diretor de Automação foi elaborado abordando os seguintes tópicos:

**Objetivos** - Discriminados Itens a serem cobertos como nova estrutura organizacional; novas estratégias operacionais; oportunidades para atender requisitos de segurança; orientação para elaboração de estimativas de custo e plano de implementação; plano de treinamento e requisitos para escolha do sistema de controle, envolvendo *hardware* e *software*.

**Introdução** - Mencionados de forma conceitual, itens referentes à composição de um Plano Diretor e tópicos que chamam atenção para a identificação das necessidades da unidade operacional e time de negócios. Dentre estes itens podemos citar:

fazer cedo; ser flexível; áreas chave para mudar; trabalhos individuais; carga de trabalho e tarefas; manutenção; plano de transição para desenvolver o lado humano; envolvimento; plano de transição; plano de treinamento; análise de tarefas e necessidades; levantamento de oportunidades; estratégia de comunicação e conversão; etc.

**Metodologia** - Discriminado de sucinta o processo utilizado para levantamento de dados, a fim de compor os requisitos para elaboração do Plano Diretor. Dentre os processos utilizados, o plano de entrevistas com os Técnicos de operação é o que mais traz dados e contribui para o sucesso, durante o processo de implementação.

**Empresa** - Neste item foi abordada uma descrição histórica da Empresa e a atual estratégia do negócio, envolvendo as ferramentas/técnicas utilizadas pela companhia.

**Descrição do processo** - O Plano Diretor aborda uma descrição sucinta do processo operacional, envolvendo tópicos chave como: principais operações, sistemas de controle e informação.

**Recursos humanos** - Neste item uma abordagem é feita na organização administrativa atual, com proposta durante e após a conversão para o sistema digital. Nesta abordagem, fazem parte as funções, tempo operacional e alinhamento organizacional.

**Tecnologia corrente de automação** - Os sistemas atuais foram cadastrados e mencionados a sua importância.

**Oportunidades atuais** - Através do conhecimento da unidade e utilizando-se do processo de entrevistas, foram levantadas oportunidades da unidade de Solventes, principalmente do sistema mais iminente a ser implementado. Dois outros processos foram utilizados, como a análise do *asset utilization* e melhorias de processo, onde oportunidades são identificadas por Engenheiros de Processo ou Centro de Tecnologia.

**Tecnologia padrão recomendada** - Analisadas as Tecnologias prováveis e criado critérios para seleção da tecnologia adequada. Neste item, aborda-se as recomendações para alcançar o máximo de benefício da tecnologia.

**Análise de riscos** – O processo é analisado de acordo com os riscos definidos por recomendações internas e exigências de órgãos externos, além das experiências operacionais. O resultado é inserido na estratégia de controle e intertravamento.

**Recomendação da nova organização de produção** - Baseado na operação do futuro, uma proposta é mencionada, para se adequar à nova operabilidade da planta de processamento industrial.

**Estratégia de implementação** - Neste item, uma análise superficial é feita juntamente com uma orientação, para cobrir às necessidades de operacionais e negócios.

**Estratégia de treinamento** - Menciona o processo para elaboração de um plano de treinamento, a fim de alcançar o máximo de produtividade.

**Estimativa de custo** - Baseado em levantamento preliminar da instrumentação, tecnologia do sistema de controle adotado e com uma margem de erro definida pelo processo interno de fazer projeto, uma estimativa de custo foi desenvolvida.

**Cronograma físico/financeiro** - Juntamente com a estimativa de custo, o cronograma é elaborado, baseado no plano de desembolso previsto pelo negócio e, com isso, a estratégia de implementação fica condicionada.

**Atualização do Plano Diretor** - A necessidade da atualização do Plano Diretor de Automação, faz-se necessário para que a empresa esteja sempre atualizada da sua posição, diante do mercado internacional e em relação aos seus próprios processos .

Para iniciar novamente um empreendimento, que visa a avaliação e possível readequação do planejamento de automação de uma empresa, requisitos foram definidos para manter o Plano Diretor atualizado, mesmo interferindo no processo cultural das organizações, às quais chamamos de gatilhos de atualização.

Abaixo, uma listagem dos gatilhos que foram utilizados para dar início à atualização do documento:

- mudança na estratégia de implementação;
- implementações paralelas de outros projetos;
- cortes de capital devido a razões diversas;
- grandes mudanças no time de projeto

### **3.2.2 Aplicação do Plano Diretor a unidade de Oxidação Térmica**

A unidade de Oxidação Térmica consta de uma câmara de combustão, operada com temperatura suficientemente alta, onde subprodutos são incinerados e os produtos desta combustão, adequados aos limites permitidos pela legislação ambiental, governamental e interna da companhia. Neste caso, o que for mais restritivo. A temperatura é mantida com gás natural, para permitir a queima dos sete diferentes subprodutos.

O sistema de controle e intertravamento desta unidade, utiliza instrumentação pneumática e eletrônica, sendo que, parte dos controles operam em malha aberta. Painéis de relés, *Painel View* e PLC (*Programmable Logic Controller*) *Allen Bradley* fazem parte do sistema. Na ocorrência de mudanças no processo, um alto custo de mão de obra e material é verificado, visto que controladores são físicos e o intertravamento através de painéis de relés, necessitam de atualização de documentação da função elétrica e uma série de fiação, interligando os diversos relés. Quanto a PLC's, recursos externos são utilizados, tornando o sistema em mudança com um custo muito alto.

Em 2004, o Plano Diretor de Automação ainda em fase de consolidação, foi inicialmente utilizado na conversão desta unidade, a qual entrou em operação, em dezembro de 2005. Durante a implementação, as recomendações do Plano Diretor foram confrontadas e, mais uma vez, analisadas a sua viabilidade. Abaixo, podemos encontrar os comentários para cada tópico estabelecido no Plano Diretor.

Baseado nos objetivos do Plano Diretor de Automação, a estratégia de implementação da unidade de oxidação térmica foi estruturada, a fim de considerar tais recomendações. Dentre todos objetivos, o atendimento às recomendações de segurança foi primordial, para a autorização do capital e redução da possibilidade de retrabalho durante a execução do projeto. Este projeto obedeceu todo um processo de fazer projeto, o qual inclui desde o projeto conceitual até o planejamento de partida.

**Oportunidades** – Inicialmente, foi inserido no projeto, as recomendações padrões internas e, em seguida, as governamentais, as quais cobrem situações especiais de segurança e especificação de instrumentos e equipamentos. Associado a isto, uma das mais importantes e que viabiliza o sucesso de uma partida, é a implementação das necessidades operacionais. Este levantamento, conforme o Plano Diretor, envolveu os três critérios abaixo relacionados:

Processo de entrevistas - Cadastradas as sugestões e melhorias coletadas, através de entrevistas com os Representantes de Operação, Supervisão e Manutenção.

Foram focadas mais as necessidades, juntamente com os Técnicos de Operação nas diferentes turmas e, em seguida, analisados e compilados os dados, a fim de alocar em diversos critérios, como segurança, facilidade operacional e qualidade. A coleta destes dados após análise, foram inseridos no escopo do projeto antes da autorização de capital. É neste momento, que tem o conhecimento do número de desvios a que o sistema está sujeito. Somente para ilustrar, foram mencionadas várias válvulas em manual, quando uma determinada condição de processo está presente, o que se omitisse este processo de consulta, estaríamos com o projeto em risco de não atingir o sucesso.

*Análise do “asset utilization”* - Neste caso específico, foram analisadas as horas paradas da unidade de oxidação térmica, a variabilidade de processo e gastos com combustíveis, para manter o equipamento aquecido, quando este aquecimento deveria ser através de sub-produtos. Causas básicas foram analisadas envolvendo o time de Operações e, a estratégia, mais uma vez contemplada no escopo de projeto.

Processo de melhorias - A tecnologia de queima foi analisada e modificações efetuadas, para atingir grande redução de custo. Esta etapa tem grande participação do Engenheiro de processo, que juntamente com o Engenheiro de Controle de Processos, definiu a melhor estratégia de controle para reduzir a variabilidade e aumentar a segurança da unidade.

No final deste processo, os benefícios devem ser cadastrados e divulgados, além de ser uma base para a autorização de capital, para a conversão da unidade de processo.

**Recursos humanos** - A implementação do novo sistema de controle não alterou o quadro dos Técnicos de Operação, em função da equipe estar trabalhando no limite. A vantagem do novo sistema, levou a maior disponibilidade dos Técnicos de Operação para outras atividades, visto que, quando em instrumentação pneumática a exigência era maior para ajuste dos controles.

Neste caso específico, exigiu um novo conhecimento que foi previsto anteriormente na área de informática.

Somente durante a implementação, foi relocado um Técnico de Operação para dar suporte no processo de treinamento.

**Tecnologia corrente de automação** - Uma análise dos sistemas de controle e intertravamento foi efetuado, identificando diferentes sistemas associados, como: SLC500; Relés, *Panel View*, Supervisório *In touch*, instrumentação eletrônica e pneumática. Toda documentação foi analisada do ponto de vista de atualização e, estudado o sistema de intertravamento, com a finalidade de confrontar com as recomendações do projeto.

A tecnologia recomendada, sistema MOD(tm)5 (Manufacturing Operating Discipline), sistema de controle distribuído, foi definida após análise com outras duas possibilidades. Nesta análise, o tempo de operação da unidade de Solventes Clorados e estágio em que se encontra o sistema de controle foram considerados, visto que o sistema selecionado está na condição madura e o concorrente está na condição infantil. Esta é uma fase de transição, em que uma, requer uma forte justificativa para a sua seleção. Analisando as camadas da automação, este sistema está centrado na camada de controle e supervisão, estando totalmente alinhado com as camadas superiores, onde um fluxo de informações pode ser direcionado, para alimentar a automação dos níveis superiores. No entanto, é verificado, que a rapidez na renovação dos dados é maior, quando vamos na direção dos instrumentos de campo.

A seleção da tecnologia do sistema de controle é um dos pontos chaves no desenvolvimento do Plano Diretor de Automação, visto que, ele centraliza as informações e controla para as diversas áreas. O sistema selecionado é semi aberto e tem comunicação com os diferentes sistemas de instrumentos de campo e equipamentos de gerenciamento da manufatura.

**Treinamento** - As recomendações para elaboração do plano de treinamento mencionado no Plano Diretor, foi integralmente utilizado com sucesso. O plano de treinamento dividiu-se em duas etapas, sendo que a primeira foi a tecnologia, onde detalhou-se o processo desde uma entrada e saída analógica/digital até à codificação,

envolvendo a forma como se apresentam as informações de processo; e a segunda, relacionada com a estratégia de controle da unidade de processo. Para atingir este objetivo foi necessário a indicação de um Técnico de Operação com experiência na unidade, para servir de primeiro teste de absorção da tecnologia e aproveitar a sua condição, para treinar outros Técnicos, tornando mais livre para executar outras atividades na coordenação do treinamento, como gerenciamento das mudanças.

O treinamento foi um sucesso quando comparado com a unidade de Glicóis. Durante a implementação na unidade de Glicóis, os Técnicos de Operação tiveram duas semanas de treinamento, enquanto que este treinamento apenas foram necessários quatro dias, justamente a metade. Durante a elaboração do Plano Diretor, encontramos questionamentos relativos à otimização, informações chaves e formas de verificações de aprendizagem.

**Estratégia de implementação** - Como o Plano Diretor de Automação cobre toda a unidade de Solventes Clorados, foram discutidas as melhores alternativas de iniciar a implementação. Ficou de comum acordo, que o sistema de Oxidação Térmica seria o primeiro, em função das condições operacionais e oportunidades apresentadas, terem um retorno muito alto. Nesta discussão, o envolvimento das funções foi muito importante, pois, todos tiveram oportunidade de mostrar suas sugestões, que foram analisadas em conjunto. Neste caso, a estratégia tem um valor enorme, visto que, um erro pode envolver um gasto muito alto do ponto de visto financeiro e homens hora. Outro aspecto é a falta de credibilidade em todo o processo, devido a erro tão conceitual.

**Estimativa de custo** – Especificamente, para o empreendimento da unidade de oxidação térmica, não foi efetuada a comparação da estimativa prevista no Plano Diretor, em relação ao investimento realmente efetuado. No entanto, o impacto previsto é menor do que um sistema que não desenvolve um Plano. Um aspecto importante, que reforça o comentário anterior, é que neste sistema foi desenvolvida uma coleta de oportunidades e, que foram inseridas no escopo para estimativa de custo.

**Cronograma físico** - De acordo com o cronograma do Plano Diretor, o equipamento deveria ser liberado para operação no último trimestre de 2005. O sistema deu início à partida, na primeira semana de dezembro. Algumas considerações foram feitas para atender esta expectativa, como implementar um sistema intermediário de controle, sendo que as estações de Operação seriam realocadas para quatro meses, após a partida. Esta definição, ainda foi feita no início de 2005, quando o Plano Diretor já estava pronto. Este desvio aconteceu, devido ao atraso na especificação e entrega do sistema de controle.

**Atualização do Plano Diretor** - Após a implementação da unidade de oxidação térmica, o Plano Diretor se utilizou da experiência e, os diversos aspectos que o compõem foram atualizados. Este é um dos gatilhos definidos no próprio documento.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

**Estimativa de custo** - No caso específico da unidade de Glicóis, a falta de uma análise dos projetos futuro, tecnologias e oportunidades atuais , geraram incremento de custo nos projetos específicos, dos sistemas a serem convertidos. Foi necessário, por duas vezes, a abertura de um novo projeto de capital para cobrir a infraestrutura, a qual atenderia toda a conversão, da planta de processo. Este processo gerou um desgaste e falta de credibilidade em um processo de conversão do ponto de vista se teríamos mais alguma novidade no futuro. Além disso, considerações muito otimistas foram feitas durante a análise da instrumentação atual, mas quando efetuado o projeto detalhado, ocorreu um elevado custo devido à necessidade de substituição do instrumento.

Naquela ocasião, a falta de análise da arquitetura do sistema de controle, levou a um custo também adicional com um novo projeto de capital, devido à aquisição de novos equipamentos e gastos de Homem hora, para a codificação do programa de controle.

Os critérios de limite de I/O (entradas e saídas), tempo de processamento da CPU (*Central Processing Unit*) e número de sequências de processo, estão sendo adotados na unidade de Solventes Clorados, o que vai provavelmente, reduzir o custo no futuro, mostrando para a organização uma credibilidade nos valores apresentados na autorização de capital. Podemos chamar atenção, que o capital manipulado nos projetos de capital, vem através de empréstimos bancários e é muito caro.

No caso específico da unidade de oxidação térmica da Planta de Solventes, apesar dos cuidados tomados, e que foram chamados atenção no Plano Diretor, ocorreram mudanças, em determinadas partes do processo, devido a uma consideração de que manteria a estratégia atual. No entanto, elas foram gerenciadas de forma que o impacto fosse mínimo.

**Benefícios** - Por muitos anos, o cadastramento dos benefícios em detalhe, não foram feitos durante à conversão da unidade de Glicóis e, isto levou aos representantes do negócio da companhia em questionar a aplicação do capital. Logo em seguida, foi efetuado o levantamento e mostrado que, em pouco tempo, o capital alocado foi

justificado. No que se refere à unidade de oxidação térmica da Planta de Solventes, foram listados os benefícios relativo à segurança, redução de custo devido a economia de energia e facilidade operacional, disponibilizando mais tempo dos Técnicos de operação para outras atividades. O mesmo processo está sendo utilizado nas outras unidades, a serem convertidas para o novo sistema de controle digital.

**Treinamento** - É um impacto muito importante durante o processo de conversão, pois, não adianta ter um sistema bem desenhado, mas mau operado devido a treinamento inadequado. A unidade de Glicóis, conforme mencionada anteriormente, experimentou diversas formas de acompanhamento do processo de treinamento. O melhor processo foi adotado no plano Diretor da Planta de Solventes. A redução de horas para treinamento foi de 50%, o que equivale a três dias de operação para cada Técnico de Operação. Foi identificada uma efetividade maior na operação da unidade convertida da Planta de Solventes, em relação à unidade de Glicóis, visto que, em um espaço de tempo muito curto, os Técnicos de Operação conseguem efetuar análise de devios e, solucioná-los, sem intervenção dos representantes de Controle de processo.

**Estrutura organizacional** - A Planta de Glicóis preocupou-se inicialmente, na conversão dos sistemas de processo e pouca atenção foi dada nas necessidades de novos recursos, tendo em vista a partir de um determinado tempo da conversão, foi necessário um recurso adicional à equipe, para efetuar a manutenção dos processos convertidos. Esta preocupação foi discutida na conversão da unidade de oxidação térmica da Planta de Solventes e, ainda, está em fase de estruturação. A discussão ainda inicial no Plano Diretor, leva a uma melhor definição no acompanhamento de processo.

**Processo de justificativa da instrumentação** - A estratégia de controle foi mais bem definida, quando os instrumentos foram justificados, para atender a melhor estratégia de controle. A partir do final da conversão da unidade de Glicóis, este processo foi severamente adotado e, desde este momento, ganhos expressivos de capital foram ganhos, quando necessidades de mudanças foram reduzidas devido a uma estratégia mais bem definida.

**Infraestrutura** - Ficou muito claro que, durante o projeto conceitual, a infraestrutura deve ser abordada e considerada fortemente no projeto básico. A falta desta consideração leva o sistema a redefinir todo o processo de implementação posto que, o espaço tanto de campo como de sala de controle ficam comprometidos. Um aspecto importante neste tópico é que ocorre uma redução de custo drástica, do ponto de vista de projeto quanto de mão-de-obra para construção. A negociação com fornecedores fica mais fácil e justificável, para reduzir o custo dentro de um plano de desembolso.

O exemplo ficou muito claro, na unidade de Glicóis que sofreu consequências, por não ter efetuado, ainda no início, um plano de infraestrutura e sequências de conversão dos sistemas. Uma vantagem da infraestrutura é que pode mover instrumento por instrumento, à medida que os pneumáticos tenham problemas, já que o custo de manutenção destes equipamentos são similares a um equipamento eletrônico novo. Este é um gatilho para já ter a infraestrutura pronta e iniciar o ganho de conversão, durante todo o processo.

**Impacto humano** - É comum no ser humano ser direcionado para o lado mais confortável e seguro. Quando uma modificação exige uma mudança de comportamento, sua resistência se apresenta de imediato e isto deve ser trabalhado no processo de conversão de uma unidade de produção, de forma que esta pessoa faça parte de todo o processo de mudança. Foi experimentado no final da conversão da Planta de Glicóis e, durante a conversão da unidade de oxidação térmica da Planta de Solventes Clorados com grande sucesso.

**Oportunidades** – A aplicação do Plano Diretor na unidade de Oxidação Térmica demonstrou que um Plano de contingências, deverá ser mencionado no Plano Diretor de Automação a nível conceitual. Esta definição foi baseada nos seguintes eventos: dificuldades na implementação do sistema de coleta de dados históricos, os quais trouxeram problemas para justificar os requisitos Governamentais; gerenciamento da programação dos sub-sistemas, os quais foram utilizados recursos externos; resistência na participação e revisão da estratégia de controle, da unidade de oxidação térmica.

## 5. CONCLUSÃO

Após treze anos de acompanhamento da implementação dos sistemas de controle de processo, nas unidades de Glicóis e Solventes Clorados, foi verificado através dos aspectos analisados anteriormente, que o Plano Diretor de Automação é um documento chave, no planejamento para o negócio da Empresa.

É importante lembrar que, antes da elaboração de um projeto básico, o Plano Diretor de Automação deve ser desenvolvido e, nele, oportunidades são identificadas na área de redução de custo e treinamento dos Técnicos de Operação. Este documento deve ter a manutenção baseada em gatilhos acordados com o time de operação e negócios da companhia, a fim de evitar a obsolescência do documento.

Esta conclusão foi baseada na comparação de duas plantas de processo, onde o Plano Diretor de Automação foi considerado em uma delas.

## 6. REFERÊNCIAS

[ 3 ] ALMEIDA, Paulo Ignácio Fonseca. Integração do chão-de-fábrica com o sistema empresarial, uma realidade que veio para ficar. **Intech Brasil**. Brasil. São Paulo: no 71, p.25-30, julho 2005.

[ 1 ] AMÂNCIO, Vicente de Paulo. Plano Diretor de Automação e Informação. **Intech Brasil**. Brasil. São Paulo: no 80, p.14-19, abril 2006.

[ 2 ] Dow Brasil Nordeste Industrial Ltda, 2004. **Plano Diretor de Automação da Unidade de Solventes Clorados**.

[ 4 ] FILHO, Constantino Seixas. Segmentos de Produção, um Importante Conceito. **Intech Brasil**. Brasil. São Paulo: p.8-12, janeiro 2002.