

## **Sistema de Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produto para APL - Arranjo Produtivo Local**

### *SGI-APL - Product Development System of Integrated Management for Local Productive Arrangement*

Pereira, Andréa Franco - andreafranco@taskmail.com.br  
Gomes, Leonardo G. de Oliveira - leonardo@pdproduto.com.br

Universidade Federal de Minas Gerais  
PONTO Desenvolvimento de Produtos Ltda

### **Resumo**

A característica fundamental dos APL's é que eles se estabelecem na perspectiva da competitividade, mas se constroem sob a referência da cooperação. Isto é fator indutor de desenvolvimento sócio-econômico, despertando o interesse da sociedade. O texto apresenta o Sistema de Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produto para Arranjo Produtivo Local - SGI-APL, cuja proposta é gerenciar o desenvolvimento e design do produto em seu ciclo de vida, buscando controlar a cadeia produtiva, para alcançar maior organização, produtividade, conhecimento detalhado e aprofundado do produto e nova possibilidade de gestão das quantidades de entrada/saída de matéria-prima, de refugos e emissões ambientais.

**Palavras Chave:** Ciclo de vida do produto, ecodesign, controle

### **Abstract**

*The main characteristic of the clusters is that they establish themselves in the perspective of competitiveness, but build themselves under the reference of cooperation. This fact promotes social-economic development, bringing interest from the society. The text presents the Product Development System of Integrated Management for Clusters, in portuguese, SGI-APL, whose proposal is to manage the product development and design processes in its entire life-cycle, controlling the productive chain, to reach better organization, productivity, product detailed and deepened knowledge and new possibilities of management of the amounts of raw material input/output and of ambient rubbishes and emissions.*

**Keywords:** Product life cycle, Ecodesign, Control

## 1. Introdução

O Sistema de Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produto para Arranjo Produtivo Local - SGI-APL, tem como proposta gerenciar o design e desenvolvimento do produto em seu ciclo de vida visando, por um lado, a otimização do controle da cadeia e dos ganhos produtivos e, de outro lado, o alcance de maior eco-eficiência. Trata-se da identificação e mapeamento do fluxo de matéria, energia e informações de um arranjo produtivo na confluência de cada interligação ocorrida entre suas partes, o que permite a adoção de uma sistemática de controle do produto.

A compreensão da noção e da dinâmica de arranjos produtivos locais é hoje de essencial importância para o País e assunto de destaque nas políticas públicas de desenvolvimento em níveis federal e estadual. Sua relevância induziu o Governo Federal a instituir um Grupo de Trabalho composto por 23 instituições dos setores público e privado ([www.desenvolvimento.gov.br](http://www.desenvolvimento.gov.br)). Os arranjos produtivos locais, comparados aos *clusters* e às chamadas *cadeias produtivas*, são vistos como aglomerações de indústrias, empresas de serviços, instituições de pesquisa etc., definidas pelo território ou região geográfica e pelo tipo de produção. A característica fundamental dos APL's é que eles se estabelecem na perspectiva da competitividade, mas se constroem sob a referência da cooperação. Estas premissas são potencialmente indutoras de desenvolvimento sócio-econômico, despertando, com isto, o interesse dos governos e da sociedade como um todo.

A proposta do Sistema de Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produto para Arranjo Produtivo Local - SGI-APL fundamenta-se na busca do controle, o mais fino possível, da cadeia produtiva, objetivando maior organização, produtividade, conhecimento detalhado e aprofundado do produto em seu ciclo de vida e, com isto, nova possibilidade de gestão das quantidades de entrada de matéria-prima e saída de refugos e emissões ambientais.

Nesse sentido, o alcance de maior eco-eficiência é inerente à abordagem de rastreabilidade apresentada pelo SGI-APL, já que eco-eficiência refere-se a uma filosofia de gerenciamento que busca implantar melhorias ambientais a partir do controle da produção, garantindo ao mesmo tempo ganhos econômicos. Isto é possível através da redução dos insumos (matéria-prima e energia), do favorecimento dos processos de reciclagem e da agregação de serviços aos produtos (<http://www.wbcds.org>).

O texto apresenta a arquitetura e forma de aplicação do SGI-APL, que se fundamenta, essencialmente, no controle das informações trocadas durante as interações estabelecidas na cadeia produtiva.

O aporte teórico é dado pela abordagem de *modelação*<sup>1</sup> de sistemas complexos e pelo conhecimento conceitual e funcional das ferramentas tecnológicas informatizadas disponíveis. O aporte prático subjacente repousa na experiência adquirida pelos autores em intervenções realizadas em empresas que compõem aglomerações definidas como APL.

## 2. Sistema Geral de Arranjos Produtivos Locais

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, um *Arranjo Produtivo Local* (APL) se caracteriza pela existência de um número significativo de pequenas, médias e/ou grandes empresas num território e de indivíduos que atuam em torno de uma atividade produtiva predominante, e que compartilhem formas percebidas de cooperação (<http://www.desenvolvimento.gov.br>).

A noção de APL (também chamado *cluster*) compreende a idéia de *cadeia produtiva* que corresponde às etapas “pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos, em ciclos de produção, distribuição e comercialização de bens e serviços” (<http://www.sebrae.com.br>).

O APL apresenta-se, assim, como sendo um conceito abrangente que envolve o processo produtivo, i.e, a *cadeia produtiva*, mas também, suas interações com outros atores que intervêm para a obtenção dos resultados pretendidos, tais como governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa – *atores intervenientes*.

A noção do território é importante para a compreensão do APL, mas não deve ser tomada de forma estrita, pois, muitas vezes, algumas interações feitas pela cadeia produtiva se apresentam distantes da esfera “local”. Como bem define o SEBRAE, “a idéia de território não se resume apenas à sua dimensão material ou concreta. Território é um campo de forças, uma teia ou rede de relações sociais que se projetam em um determinado espaço. Nesse sentido, o Arranjo Produtivo Local também é um território onde a dimensão constitutiva é econômica por definição, apesar de não se restringir a ela” (<http://www.sebrae.com.br>).

Ao falarmos da Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produto sob a noção de APL enfocamos precisamente a *cadeia produtiva*, abdicando a atenção sobre os demais atores intervenientes.

Compreendendo um APL como um sistema complexo, verifica-se uma série de partes internas (Linha Produtiva - LP) e externas (fornecedores, mercado, transformadores de matéria-prima alternativa) que se sucedem de maneira mais ou menos linear – pois repleta de retroações – bem coordenadas: “a única possibilidade de que um sistema seja ao mesmo tempo complexo e estável é que ele associe, de maneira bastante coordenada por um número limitado de interações, uma grande quantidade de elementos” (FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1998 p.9).

O conhecimento dessas interações e elementos é necessário para o gerenciamento do produto e é possível por intermédio de um procedimento de *modelação* de sistemas complexos, aqui adotado de acordo com o método proposto por Jean-Louis Le Moigne, cujo objetivo é conhecer o objeto modelado, interpretando-o a fim de antecipar o comportamento do fenômeno em situações variadas (LE MOIGNE, 1994, 1995).

De acordo com Le Moigne, todo modelo, em seu contexto, pode ser representado como um processo que implica necessariamente a ação exercida pelo objeto sobre seu meio, mas também as ações recebidas por ele e exercidas por outros objetos presentes no contexto. O interesse é conhecer o que o objeto faz, o que ele sofre e, assim, o que ele se torna.

Existe, pois, um *processamento* que leva a uma mudança. Ele pode ser representado recebendo ações de outros objetos (os entrantes **IN**), e emitindo ações após processamento (os efluentes **EX**). Isto implica na existência de ao menos um *processador* agindo sobre um *processado*. As mudanças provocadas, que dizem respeito à matéria, à energia ou à informação, podem ser identificadas de acordo com um referencial TEF: Tempo (estocagem, acumulação), Espaço (transporte ou transmissão), Forma (transformação) – processadores **pTEF**. Isto permite caracterizar *processadores elementares* que agem sobre a estocagem de objetos processados, outros que intervêm transportando-os no espaço e outros que agem sobre sua transformação.

Para definir um Sistema Geral é preciso identificar ao menos dois *processadores elementares* em inter-relação, sobre os quais os entrantes de um possam influir sobre os efluentes do outro e vice-versa, formando uma retroação. A idéia de *processadores elementares* não deve, no entanto, limitar a *modelação* das interações dos outros processadores agregados, uma vez que um modelo é repleto desses processadores.

As interações produzidas pelos processadores podem originar-se de conexões abertas (*arborescentes*) e fechadas (*retrocedentes*). As relações arborescentes se representam por relações em cascata, em paralelo, em cadeia aberta, ramificada, em árvore, em seqüência ou em série. As relações retrocedentes, ao contrário, constituem-se de relações enlaçadas, fechadas, recíprocas ou conflituosas, que são percebidas como fonte de complexidade. Sob esse ângulo, existe uma distinção entre sistema complicado, no qual os numerosos processadores são conectados unicamente por relações arborescentes, e sistema complexo, no qual “os processadores que, não necessariamente numerosos, são conectados também por relações retrocedentes” (LE MOIGNE, 1994, p. 119). Durante essas inter-relações ocorre, então, um fluxo de troca de matéria (materiais e objetos tangíveis), energia e informação (signos ou símbolos).

No Sistema Geral de APLs, aqui modelado, são identificados os processadores elementares conectados por relações retrocedentes, i.e., complexas: produtor, fornecedor e mercado consumidor. No nível operacional atuam, ainda, usinas de reciclagem (transformadores de matéria-prima alternativa), atores intervenientes e, especificamente, a cadeia arborescente da produção (Figura 1). Esta cadeia é constituída pelos seguintes elementos conceituais:

- Linha Produtiva (**LP**): Todos os processos envolvidos na manufatura de um Semiproduto, classificada pela matéria-prima;
- Processo (**p**): Seqüência de operações, que envolve matéria-prima e serviços (tratamento de materiais, montagem de componentes, transporte etc), para obtenção de um Semiproduto;
- Semiproduto (**SPr**): Resultado das seqüências de operações de produção em uma Linha Produtiva;
- Ponto de Controle (**PC**): Ponto de obtenção de informações sobre a evolução da interação;
- Refugo (**R**): Refugos gerados durante o fluxo de materiais.

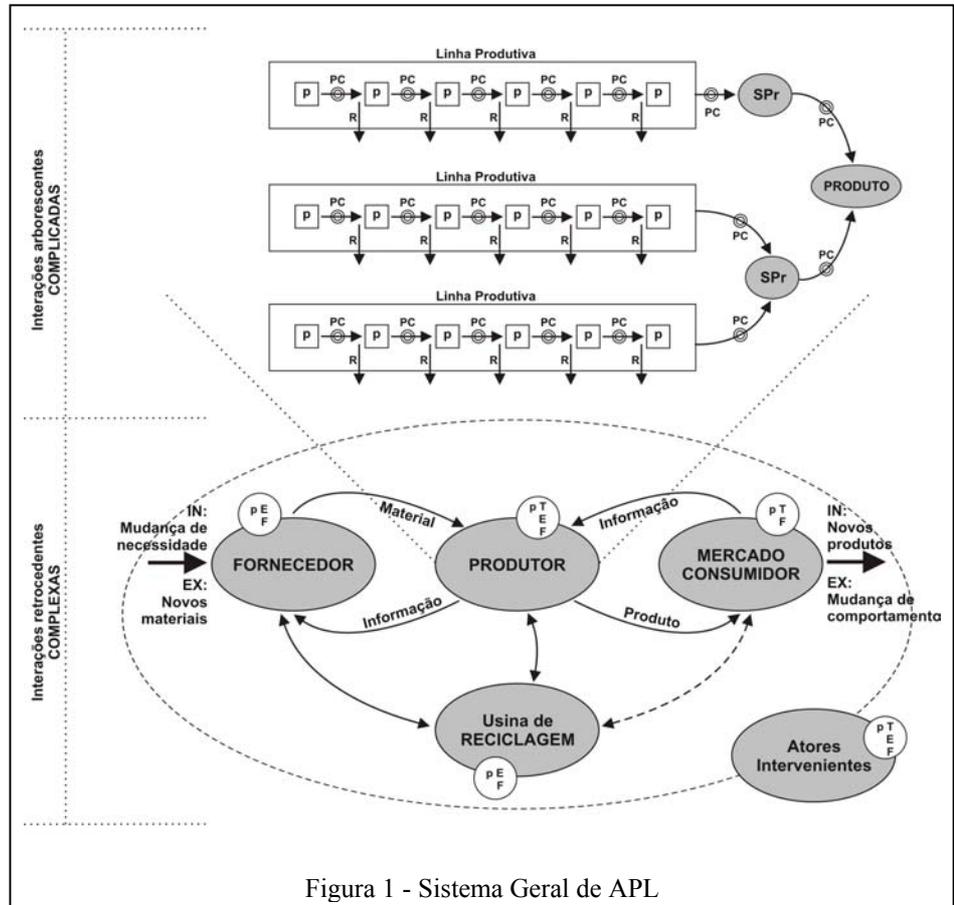


Figura 1 - Sistema Geral de APL

A organização do sistema corresponde diretamente ao seu nível operacional que garante o fluxo de matéria, energia e informação (Figura 2).

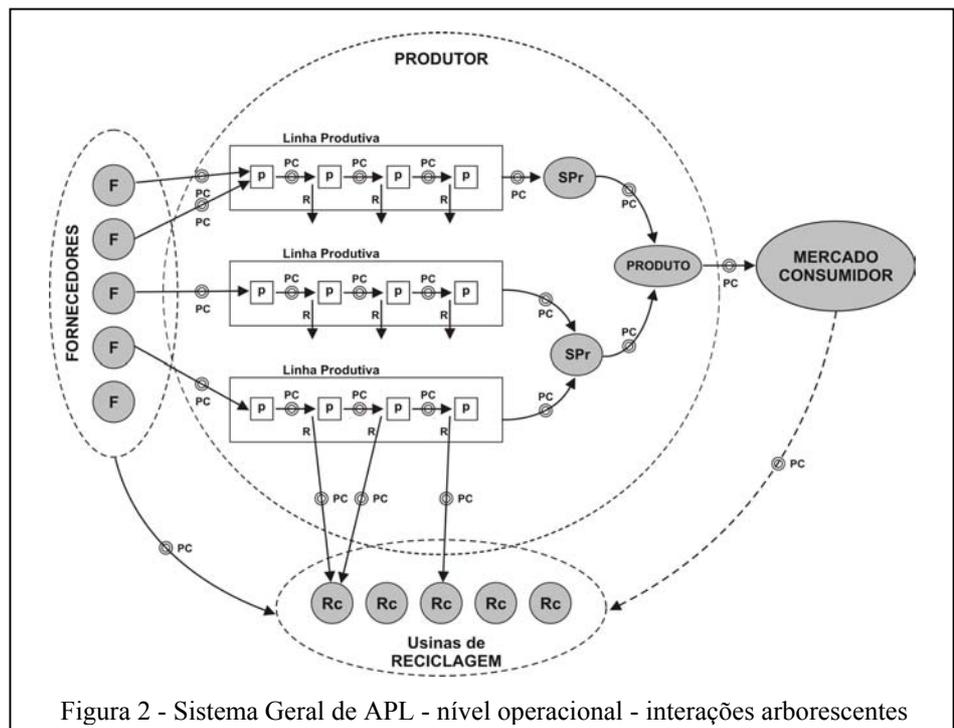
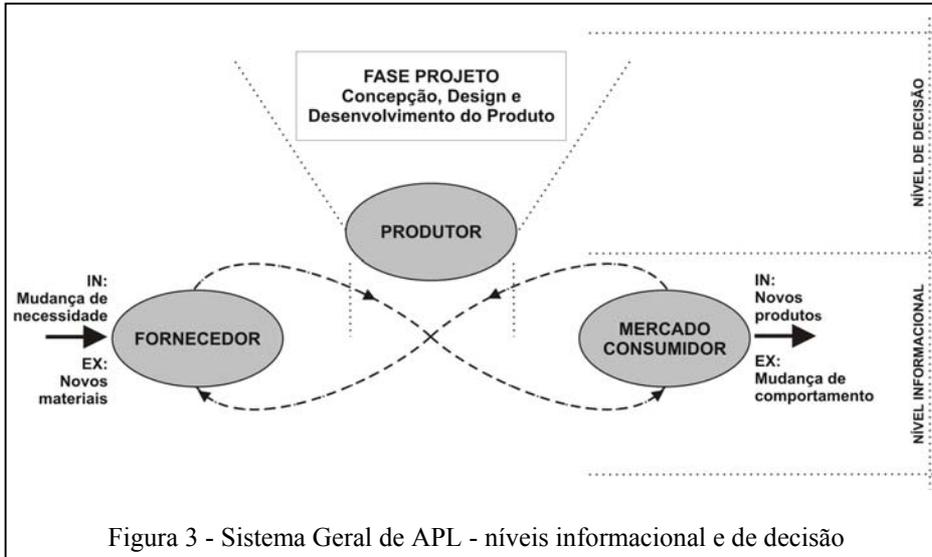


Figura 2 - Sistema Geral de APL - nível operacional - interações arborescentes

Não obstante, a organização se constitui em torno de uma memória, ou seja, de informação e comunicação. Trata-se de uma rede de *processadores elementares operacionais* conduzidos e coordenados por *processadores de decisão* que aprendem, decidem, através da transferência de informações realizada com os *processadores de informação* (de memória), e que podem imaginar e conduzir o sistema através da gestão de seus projetos muito mais que através de uma ação conduzida por sua estrutura. Existem, pois, três níveis sobre os quais os processadores atuam: operacional, informacional e de decisão (Figura 2 e 3).



Cabe ressaltar que a fase de concepção, design e desenvolvimento do produto, intervindo sobre os conceitos no fluxo de informação trocado no sistema, traz consigo a propriedade fundamental de decisão. Os processadores de decisão são os detentores dos projetos e finalidades do sistema, sendo capazes, também, de gerar informação sem necessariamente ter ligação com entrantes ou efluentes. Isto permite a interpretação dos fenômenos de aprendizagem e faz emergir a inteligência no sistema que, por sua vez, evolui irreversivelmente no tempo. “Para evoluir, interessa que a organização produza conflitos, diferença de potencial entre as normas, os quais alimentarão o motor informacional do Sistema Geral...” (LE MOIGNE, 1994, p. 265).

### 3. SGI-APL

No nível de decisão - portanto de projeto: concepção, design e desenvolvimento do produto - a transferência de informações é o elemento chave de interação.

A fase de projeto (Figura 4) possui, deste modo, a característica de lidar com a transferência de informações de maneira convergente e divergente. Na etapa convergente, por um lado, tem-se a necessidade de grande quantidade de informação, que será processada, convergindo para uma informação essencial. Essas informações advêm tanto da estrutura

interna de produção (Linhas Produtivas), quanto das outras partes do sistema: fornecedores, mercado consumidor, usinas de reciclagem e demais atores intervenientes. Na etapa divergente, por outro lado, é gerado um grande número de outras informações, as quais são necessariamente dirigidas para as Linhas Produtivas.

O conhecimento dos tipos de informações a serem processadas e a maneira mais eficiente de arquivá-las e gerenciá-las, assim como, a identificação da origem e destino destas informações e análise de sua necessidade – elementos típicos da etapa convergente – permite a aplicação de metodologias e de tecnologia informatizada de *gerenciamento de projeto* e favorece a implementação de *ferramentas de auxílio a tomadas de decisão*.

O conhecimento do produto a ser fabricado, incluindo a análise da eficiência dos processos de manufatura, a normalização aplicada ao detalhamento técnico, a identificação dos insumos e serviços a serem obtidos de outras partes/atores do sistema, além da identificação dos destinos para reaproveitamento/reciclagem dos refugos gerados – elementos típicos da etapa divergente – permite a implementação de *ferramentas de auxílio ao projeto* e *ferramentas de auxílio à produção e manufatura* e favorece a aplicação de metodologias e de tecnologia informatizada de *gerenciamento de projeto*.

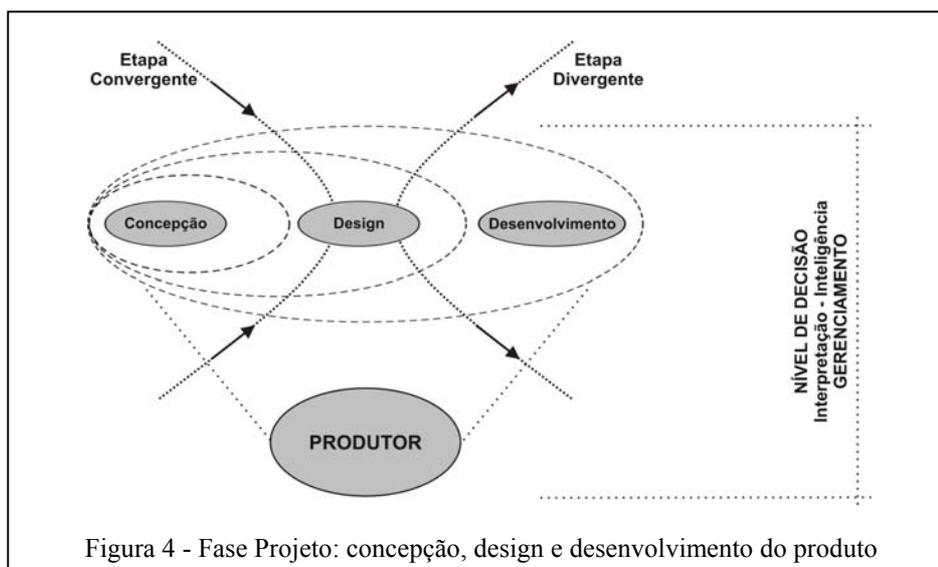


Figura 4 - Fase Projeto: concepção, design e desenvolvimento do produto

O principal conceito envolvido refere-se ao entendimento de que um determinado produto, em seu ciclo de vida, sofre um processo de transformação gerando diversas informações, que apesar de distintas, representam necessariamente o produto. Todas essas informações podem ser usadas de maneira inteligente no gerenciamento do projeto.

O Sistema de Gestão Integrada de Desenvolvimento de Produto para Arranjo Produtivo Local - SGI-APL focaliza a identificação da quantidade de etapas do processo de transformação do produto e conseqüentes interações realizadas ao longo da cadeia produtiva, bem como, a identificação dos tipos e conteúdo informacional trocado nessas interações. Desta forma, todo o ciclo de vida do produto pode ser

interpretado por intermédio do controle de suas interações, favorecendo o mapeamento e identificação da tecnologia produtiva, das emissões ambientais e refugos gerados. Cada interação é, portanto, susceptível de conter um mecanismo de controle, aqui denominado **PC** - Ponto de Controle.

Em cada PC deve existir necessariamente a possibilidade de registro dos dados trocados transformando-os em informações documentadas que possam ser assimiladas no gerenciamento do desenvolvimento do produto na forma de *formato de informação - Doc.*

As formatações das informações funcionam como materialização do conteúdo informacional. Toda variação no conteúdo informacional requer a necessidade de uma nova formatação. O caráter do documento é definido pela relação do tempo decorrido entre uma e outra variação, revisão ou atualização do conteúdo da informação, pois como procedimento padrão, a marca do tempo (data) é fundamental.

Sendo assim, os conteúdos informacionais e portanto, os documentos, podem ser classificados em duas categorias básicas: Documentos estáticos e Documentos dinâmicos.

No que se refere aos processos produtivos, os documentos podem ser classificados em 4 categorias: Documentos gerenciais, Documentos de procedimento, Documentos de normalização técnica, Documentos de composição técnica.

Quanto ao caminho percorrido pela informação, i.e. *fluxo informacional*, uma vez que este está associado a diversas tarefas e inter-relacionados entre vários setores, torna-se *fluxo de trabalho* ou *workflow*.

Um projeto de *workflow* inclui os processos requeridos para garantir a geração apropriada e oportuna, a coleta, a distribuição, o armazenamento e o controle básico das informações que são utilizadas. Ele visa também fornecer informações críticas entre pessoas (idéias) e setores (métodos) para obtenção do sucesso produtivo. Todos os envolvidos neste processo devem estar preparados para enviar e receber informações na *linguagem* do processo/projeto. Devem também ter plena consciência de como as comunicações que se fizerem necessárias entre eles afetam o sucesso do processo/projeto.

Em síntese, entre dois envolvidos, i.e. em uma interação, espera-se a geração de no mínimo um documento (Figura 5).

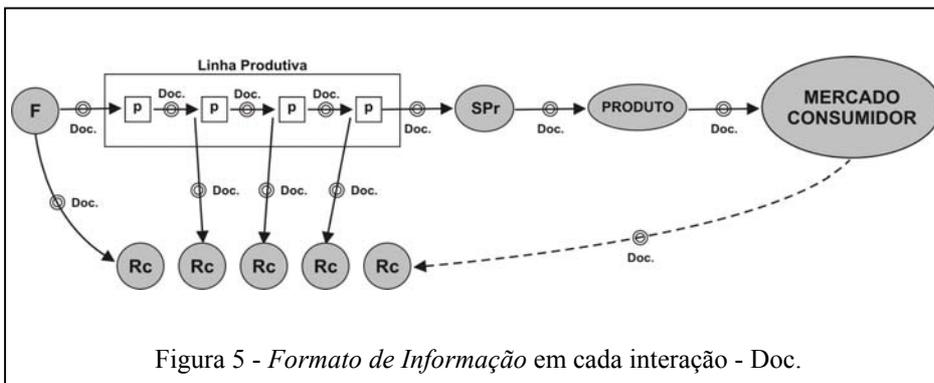


Figura 5 - *Formato de Informação* em cada interação - Doc.

A opção adotada pelo SGI-APL é a de elaborar formatos de informação integrados a tecnologias informatizadas disponíveis. De posse dos dados resultantes da análise da realidade produtiva de uma empresa é possível identificar os cruzamentos e a capacidade de integração das informações e indicar a ferramenta tecnológica mais adequada. Essas ferramentas dizem respeito a tecnologias de *auxílio ao desenvolvimento do produto*, de *auxílio à manufatura*, de *auxílio à gestão da informação* e *auxílio à tomada de decisão*.

Essa opção de adoção das tecnologias disponíveis favorece a adaptação do SGI-APL aos variados portes e estratégias produtivas apresentada pelas empresas. Ademais, o gerenciamento integral do ciclo de vida do produto prevê a gestão de suas extensões no arranjo produtivo, ou seja, prevê que nas empresas fornecedoras de insumos e nas de reciclagem de refugo também possa ser aplicada a ferramenta, o que implica uma variedade tipológica do produto gerenciado.

A seleção dos aplicativos dependerá das necessidades, possibilidades e expectativas de cada empresa. Nesta perspectiva, o SGI-APL adapta-se tanto ao uso de aplicativos de alta performance (*high-end*) quanto a algumas ferramentas GNU-Open Source, freeware ou por uso sob demanda disponíveis na Internet. Isto corresponde à possibilidade de gestão do APL, o qual, por definição, é composto por empresas diversificadas de grande médio, pequeno e micro porte.

O aumento da eficiência produtiva do setor envolvido acompanhará o aprendizado do conceito implantado, que pode ser absorvido de forma gradativa de acordo com a especificidade de cada empresa.

#### **4. Conclusão**

A facilidade de transformação de metodologias em sistemas integrados, a possibilidade de interligação de equipamentos, o uso de redes corporativas e de sistemas e as possibilidades de comunicação interativa são ferramentas comprovadas de aumento de eficiência de produção.

Considerando a tecnologia informática como o principal elemento de captação de todos os pensamentos, e agente da transversalidade que caracteriza nossa sociedade atual, temos ferramentas de auxílio para as mais diversas áreas sendo desenvolvidas e aplicadas em ciclos temporais cada vez menores. Já não é tão nítido qual é o motor que gira esta roda veloz: a disponibilidade dos resultados alcançados pelos processadores ou a exigência de poder de geração e controle de informação cada vez maior.

O controle da informação é elemento de destaque no SGI-APL, cujo sistema modular tem sua implantação efetuada de modo gradativo, respeitando a base do conhecimento produtivo da empresa. O objetivo é fazer com que, ao final da implantação, a empresa disponha de um mapa das interações estabelecidas em sua estrutura interna e com os demais atores do APL e possua os mecanismos adequados para o controle de cada uma dessas interações.

A idéia de gestão do produto no contexto do APL implica no gerenciamento das interações externas de uma empresa, o que leva à necessidade natural (e ideal) de implantação do sistema em todas as empresas envolvidas, favorecendo a rastreabilidade e o aumento da qualidade do produto e do processo produtivo como um todo. Contudo, não é necessário seguir a linha indicativa do fluxo do ciclo deste arranjo. A primeira empresa identificada neste fluxo não necessariamente deve ser trabalhada em primeiro lugar. A implantação do sistema pode ser feita em um, alguns ou todos os setores de uma empresa e/ou em uma, algumas ou todas as empresas de um APL. O resultado é cumulativo para efeitos de gerenciamento de um arranjo completo.

Em todos os casos, a implantação do controle das informações no desenvolvimento do produto, certamente favorece sua melhoria, o aumento dos ganhos econômicos, a produtividade e, intrinsecamente, a eco-eficiência da empresa.

## 5. Bibliografia

LE MOIGNE, Jean-Louis. **La modélisation des systèmes complexes**. 2<sup>ème</sup> Édition. Dunod, Paris, 1995.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo. Editora 34 (1993).

COUGO, Paulo Sérgio. **Modelagem conceitual e projeto de banco de dados**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1997.

FRONTIER, Serge et PICHOD-VIALE, Denise. **Écosystèmes: structure, fonctionnement, évolution**. 2<sup>e</sup> éd. Dunod, Paris, 1998. 447p.

ISO. **Norma NBR ISO 9000-1**, 1994.

LE MOIGNE, Jean-Louis. **La théorie du système général: théorie de la modélisation**. 4<sup>e</sup> Édition. Presses Universitaires, Paris, 1994.

MELO, Ana Cristina. **Desenvolvendo aplicações com UML 2.0: do conceitual à implementação**. Rio de Janeiro, Editora Brasport, 2004.

PMBOK, **Project Management Institute**. Tradução livre disponibilizada pelo PMI Minas Gerais, 2004 ([www.pmimg.org.br](http://www.pmimg.org.br)).

ROMEIRO FILHO, Eduardo. **CAD na Indústria: Implantação e gerenciamento**. Editora UFRJ, 1997.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio: A rendição da cultura à tecnologia**. Tradução de Reinaldo Guarany, São Paulo. Nobel, 1994.

---

1- Preferimos empregar o termo “modelação” para evitar eventuais confusões com o termo “modelagem” utilizado na estruturação conceitual de dados para o desenvolvimento de softwares.