

UMA FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO DINÂMICO DE PROCESSOS PARA TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE PRODUÇÃO

José Belo Torres, M.Sc.

Universidade Federal de Santa Catarina – Laboratório de Qualidade – GAV/EPS/PPGEP
Cx. postal 476 – Florianópolis – SC. CEP 88010-970. – (e-mail: belo@eps.ufsc.br)

Gregório Jean Varvakis Rados, Ph.D.

Universidade Federal de Santa Catarina – Laboratório de Qualidade – GAV/EPS/PPGEP & BDC/CED

Cx. postal 476 – Florianópolis – SC. CEP 88010-970. – (e-mail: grego@eps.ufsc.br)

Wudson Anthony Neres, M.Sc.

Universidade Federal de Santa Catarina – Laboratório de Qualidade – GAV/EPS/PPGEP

Cx. postal 476 – Florianópolis – SC. CEP 88010-970. – (e-mail: waneres@eps.ufsc.br)

***Resumo.** Um problema prático encontrado, hoje, é a dificuldade do gerenciamento dos processos quando se utilizam tecnologias avançadas de produção. A integração destas tecnologias e os setores produtivos é fundamental para garantir seus resultados. Este trabalho propõe um modelo para auxiliar neste processo.*

A modelagem dos processos produtivos pode ser vista de dois modos. No primeiro é visualizado, através dos diversos recursos utilizados, o modelo estático. No Segundo, através de uma rede de precedências de processos produtivos em atividades, é definido o modelo dinâmico.

Este trabalho propõe uma visão integrada desses dois modelos e suas aplicações nos processos produtivos com o objetivo de controlar custos, prazos, recursos humanos, recursos operacionais, processos e produtos acabados.

O trabalho está organizado do seguinte modo: primeiramente descreve-se alguns conceitos sobre o gerenciamento de processos, onde é apresentado o modelo IDEFo. Posteriormente é apresentado um modelo de rede para controlar as múltiplas atividades dos processos, baseado-se em Redes de Petri. Essa rede é integrada aos processos do modelo IDEFo, e, conseqüentemente, aos sistemas produtivos. Finalmente é apresentada uma ferramenta para gerenciar os processos produtivos através da integração desses modelos com o sistema produtivo.

Palavras-chave: Gerenciamento de Processos, Modelagem, Processos

1. INTRODUÇÃO

Apesar da grande evolução do software e do hardware nos últimos anos, muitas vezes, os resultados esperados de suas aplicações não foram alcançados. Joia (1994) considera que a causa dos baixos retornos advindos da utilização da tecnologia da informação, sobretudo na década de oitenta, foi o desenvolvimento de aplicações para automatizar processos obsoletos, ou seja, novos recursos de software e de hardware eram implementados em uma estrutura altamente desfocada.

Este trabalho propõe uma visão integrada da utilização da gestão organizacional e da tecnologia da informação. Esta visão é suportada pela análise da organização em termos dos processos que a compõe e da utilização de técnicas de modelagem para representar e analisar os mesmos.

A modelagem dos processos produtivos pode ser vista de, pelo menos, duas maneiras. A primeira através dos diversos recursos utilizados, como entradas, saídas, controles e mecanismos, é identificado como modelos estáticos. A Segunda, através de uma rede de precedências de processos produtivos, definido como modelos dinâmicos.

Em função desses aspectos, é proporcionada uma visão integrada desses dois modelos e suas aplicações nos processos produtivos com o objetivo de controlar custos, prazos, recursos humanos, recursos operacionais e produtos acabados. Desta forma propõe-se uma arquitetura para uma ferramenta flexível para gerenciar os processos produtivos de uma organização.

Este trabalho está organizado do seguinte modo: Na seção 2 é apresentado o modelo IDEFo (Jr, 1984), modelo estático. Um modelo de rede para controlar as múltiplas atividades dos processos, baseado em Redes de Petri, está definido na seção 3. Essa rede é integrada aos processos do modelo IDEFo e conseqüentemente aos processos produtivos. Já na seção 4 descreve-se uma arquitetura para uma ferramenta com o objetivo de gerenciar os processos produtivos através da integração dos dois modelos. Na seção 5 apresenta-se um caso prático. As conclusões são apresentadas na seção 6.

2. O MODELO IDEFo

O IDEFo é uma metodologia desenvolvida através do projeto Integrated Computer Aided Manufacturing (ICAM) da força aérea dos Estados Unidos. A proposta desse projeto era o desenvolvimento para tecnologias avançadas de manufaturas de uma metodologia com objetivo de reduzir custos e aumentar produtividade de aeronaves para a força aérea. Para este trabalho sua principal função é a modelagem estáticas dos processos produtivos.

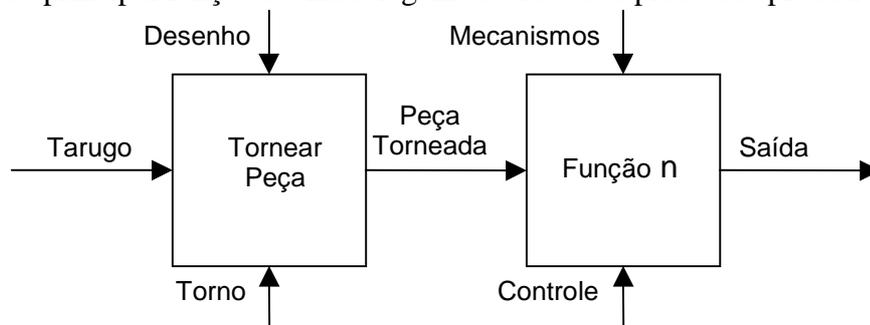


Figura 1 - Modelo IDEFo

A figura 1 mostra o modelo com um exemplo específico através da usinagem de um material por um torno mecânico. As entradas vem sempre do lado esquerdo, o controle do topo, o mecanismo de baixo e as saídas do lado direito. As funções nos boxes são restritas para operar as entradas recebidas utilizando de controles por meio dos mecanismos indicados. A saída do box é restrito para ir para uma outra função ou terminar o processo.

3. A REDE DE ATIVIDADES - RA

Nesta seção introduz-se um modelo de rede com o objetivo de descrever e controlar os processos, produtos e equipes de desenvolvimento nos processos produtivos, denominado Rede de Atividades (RA), que não apresenta as limitações de ajustes dinâmicos ao comportamento sendo modelado. A sua função neste trabalho é modelar os processos

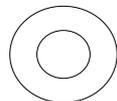
dinamicamente. A **RA** (Torres, 1996) foi inspirada em três modelos básicos: Rede de Petri (Resig, 1982), os modelos orientados a objetos e o modelo de regras ECA (Evento-Condição-Ação) [Dayal & Buchanan & McCarthy, 1988].

Quanto às redes de Petri, a RA foi inspirada em seu potencial de modelagem da sincronização entre muitos processos de um ambiente complexo. O paradigma da orientação a objetos serviu de modelo para a realização dos diversos elementos de uma Rede de Atividades. Finalmente, a interação entre eventos e ações foi influenciada pelo modelo de regras ECA.

Uma Rede de Atividades permite modelar os múltiplos processos que são mais ou menos (in)dependentes e sob quais condições novos processos são iniciados. Assim, se for aplicada a determinados processos produtivos deve-se antes criar a RA destes processos e com isso a sua aplicação ficará submetida a um controle mais consistente.

3.1 O Conceito da Rede de Atividades - RA

Uma **Rede de Atividades** é composta de três elementos interdependentes com os seguintes significados:



Atividade

Se estiver marcada no círculo central, significa que a atividade está sendo executada;
Se estiver marcada no anel externo, significa que a atividade está encerrada;
Se não estiver marcada, significa que a atividade está desativada;



Evento

Permite modelar condições necessárias para o início de uma atividade através de mensagens externas. É o elo de ligação;



Transição

Permite acionar atividades de saída quando todas as atividades de entradas estão encerradas e eventos associados já tiverem ocorridos.

Estes elementos podem ser ligados entre si. Pode haver arestas dirigidas de atividades e eventos para transições (ligações de entrada) e de transições para atividades e evento (ligações de saída). Entre o anel interno de uma atividade e uma transição pode haver arestas não-dirigidas ou dirigidas (da transição para a atividade).

No exemplo da figura 2, a atividade A1 está sendo executada, e o evento E1 já ocorreu. Nesta situação, a única mudança que pode ocorrer é o encerramento de A1 ou o evento E2. Com E2 ocorrendo, T2 poderá interromper A1. Com A1 encerrado, T1 poderá iniciar as atividades A2 e A3. A ocorrência de eventos e o encerramento de atividades são ocorrências externas que interferem no estado da rede.

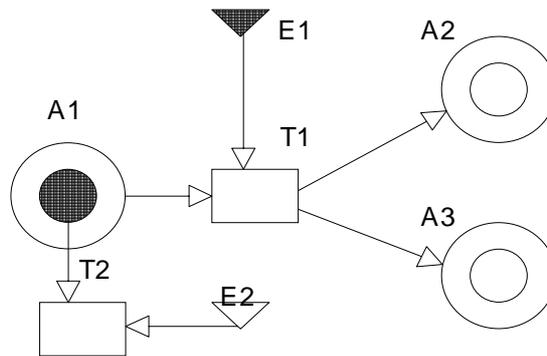


Figura 2 - Exemplo de uma Rede RA

A rede mostra, portanto, uma característica dinâmica, onde suas atividades estão constantemente se alterando conforme utilização dos sistemas produtivos a ela associada. No primeiro caso, a própria Rede de Atividades pode estar ligada a um processo produtivo. Toda execução de uma atividade resulta na elaboração de um ou mais produtos visto no modelo estático.

3.2 Aspectos de Implementação

Uma RA pode ser implementada em um modelo orientado a objetos, no qual cada elemento da rede é um objeto. Tem-se, então as classes Evento, Transição e Atividade. Na classe **Atividade** tem-se os seguintes atributos: IdentificaçãoAtividade, NomeAtividade, TransiçãoAnterior, TransiçãoPosterior, RecursosOperacionais, RecursosHumanos, Resíduos, Entradas, Saídas, Controles, TempoPrevisto, TempoReal, Produtos, Ocorrências, Status e Métodos. A classe **Evento** constitui-se dos seguintes atributos: NomeEvento, TransiçãoAnterior, TransiçãoPosterior e o EstadoEvento (habilitado ou não habilitado), Métodos. Já para a classe **Transição** tem-se os seguintes atributos: NomeTransição, EventoAnterior, EventoPosterior, AtividadeAnterior e AtividadePosterior, Métodos.

Os Métodos são ações tomadas por Atividade, Evento e Transição pertencentes a RA, que podem acionar uma máquina, ou calcular o custo de um processo, ou iniciar, encerrar ou interromper um processo. A linguagem de especificação dos métodos para um processo pode ser C++, por exemplo, conforme necessidades e experiências.

4. A FERRAMENTA DE GERÊNCIA DE PROCESSOS - GEPROC

A GEPROC é uma ferramenta que tem como objetivos propiciar o desenvolvimento de modelos para gerenciamento dos processos de sistemas produtivos. Ela é constituída dos seguintes módulos: 1) modelagem gráfica (IDeFo e RA); 2) integração/comunicação da Interfaces dos Usuários com o Sistema Produtivo; 3) Gerenciamento. Esse trabalho dará ênfase mais a modelagem gráfica.

4.1 A Arquitetura de Controle do Processo Produtivo

A arquitetura de controle do Processo Produtivo é mostrado na figura 3. De um lado tem-se o Processo Produtivo, do outro lado as Interfaces dos Usuários e no meio o Agente de Ligação. O Agente de Ligação faz a comunicação entre o Processo Produtivo e as Interfaces dos Usuários. Essa comunicação é bidirecional, ou seja, os usuários podem mandar comandos para o Processo Produtivo, como este, poderá enviar mensagens para as Interfaces dos Usuários.

O Agente de Ligação é composto dos dois modelos que é a representação do Processo Produtivo. A RA modelada faz o elo de ligação entre o Processo Produtivo e as Interfaces dos Usuários. O IDEFo serve como o modelo que contém as demais informações do Processo Produtivo, como Entradas, Saídas, Controles e Mecanismos.

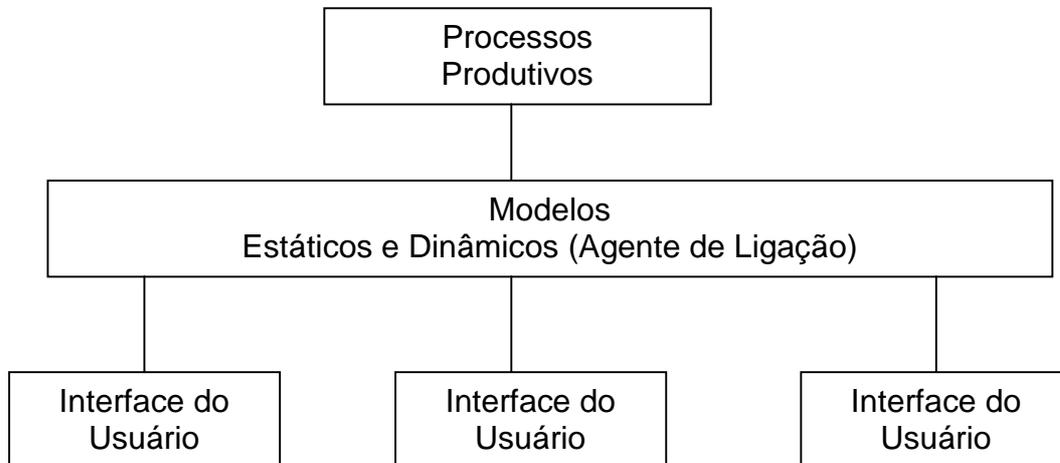


Figura 3 - A arquitetura de controle dos Processos Produtivos

4.2 A Arquitetura da GEPROC

Na figura 4 mostra-se a arquitetura da GEPROC. Esta ferramenta proporciona, primeiro, a modelagem do Processo Produtivo através dos conceitos da RA e do IDEFo. Segundo fazer o elo de ligação do Processo Produtivo com as Interfaces dos Usuários. Terceiro, trocar mensagens entre o Processo Produtivo e as Interfaces dos Usuários. Portanto a ferramenta propicia a comunicação do Processo Produtivo com as Interfaces dos Usuários.

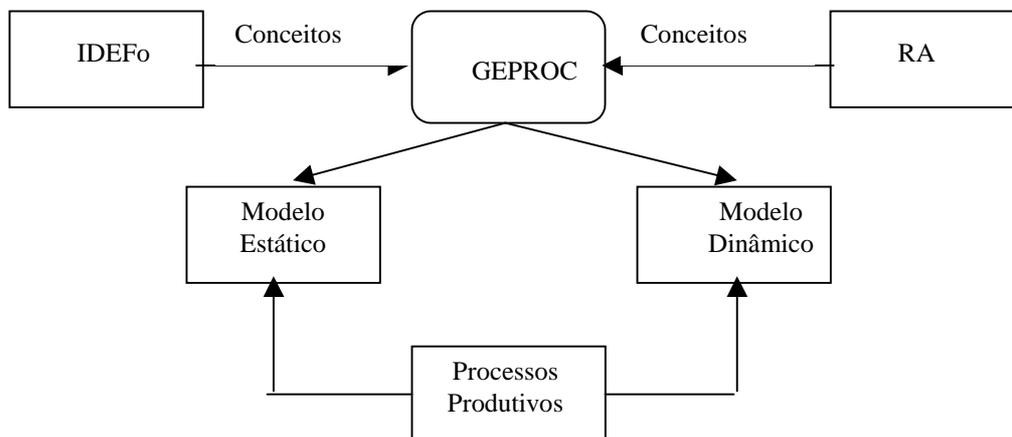


Figura 4 - A Arquitetura da GEPROC

4.3 Aspectos de Construção do Modelo

Para operacionalizar o sistema, primeiramente elabora-se o modelo estático que identifica os processos, as entradas, as saídas, os controle e os mecanismos do Processo Produtivo através do IDEFo. Em seguida elabora-se as interdependências entre os processos através da RA. Isso respeitando a consistência entre os dois modelos, ou seja, os processos que existem em um modelo terá que existir no outro, como também, as entradas e saídas.

A comunicação entre o Processo Produtivo e as Interfaces dos Usuários é feita através do elo de ligação que são os eventos da RA. O evento modelado está ligado a algum fato relacionado com o Processo Produtivo, como início de um novo processo, por exemplo. O agente de ligação, portanto, capta a mensagem de algum fato ocorrido no processo produtivo e envia para as Interfaces dos Usuários. Em sentido contrário, os usuários mandam comandos, captada pelo Agente de Ligação que envia ao Processo Produtivo, como por exemplo, a interrupção de um processo.

O controle de manufatura é feito através da quantificação, de cada processo já modelado, dos recursos quando do início de sua utilização. Conforme o tipo de processo, este poderá ser obtido de forma automatizado ou informado.

Portanto, o dinamismo é obtido através da captação de mensagens e informações do Agente de Ligação, tanto do Processos Produtivo para as Interfaces dos Usuários, como também das Interfaces dos Usuários para o Processo Produtivo. Essas trocas de mensagens que são captadas pela RA dá um característica dinâmica da ferramenta.

Na elaboração do modelo dinâmico, um evento no Processo Produtivo aciona um processo na RA. Este processo irá interagir com a interface da GEPROC para processar dados de E/S. Em sentido contrário os Usuários aplicam ao Processo Produtivo, através da rede, comandos para serem processados.

A substituição de um Processo Produtivo por outro implica que a RA precisa ser remodelada, como também, restabelecidas as conexões. Portanto, uma vez escritos os modelos e suas conexões, estes só serão alterados quando houver qualquer solicitação de mudanças no Processo Produtivo.

5. UM EXEMPLO PRÁTICO

O estudo de caso baseia-se nos processos de um abatedouro de carnes bovinas. Apresenta-se este exemplo através dos dois modelos apresentados.

O abatedouro tem sua linha de produção como um arranjo físico por produto o que acredita-se que se adequie bem a ferramenta proposta. Adotou-se, como meio de simplificar o exemplo, desenvolver somente os modelos de processo macro e um Sub-Processo.

As figuras 5 e 6 mostram os diagramas estáticos do Macro-Processo de um abatedouro de carne bovina e do Sub-Processo abater respectivamente. Como pode-se notar o diagrama é de fácil compreensão. Por exemplo, para o processo abater tem-se os seguintes elementos: os animais na sua entrada; nas saídas tem-se sangues, cabeças, vômitos, chifres, carcaças; serras, trilhos, pessoas como recursos e mecanismos.

Para o Sub-Processo abater segue o mesmo raciocínio e nota-se a integridade dos diagramas pai e filho. As entradas, saídas e recursos no diagrama filho é o mesmo para o diagrama pai.

Nesses diagramas, entretanto, não visualiza-se como é a ocorrência no tempo. Portanto, não pode-se saber quais processos podem ser realizados em paralelos com outros processos, o que acontece no modelo de RA.

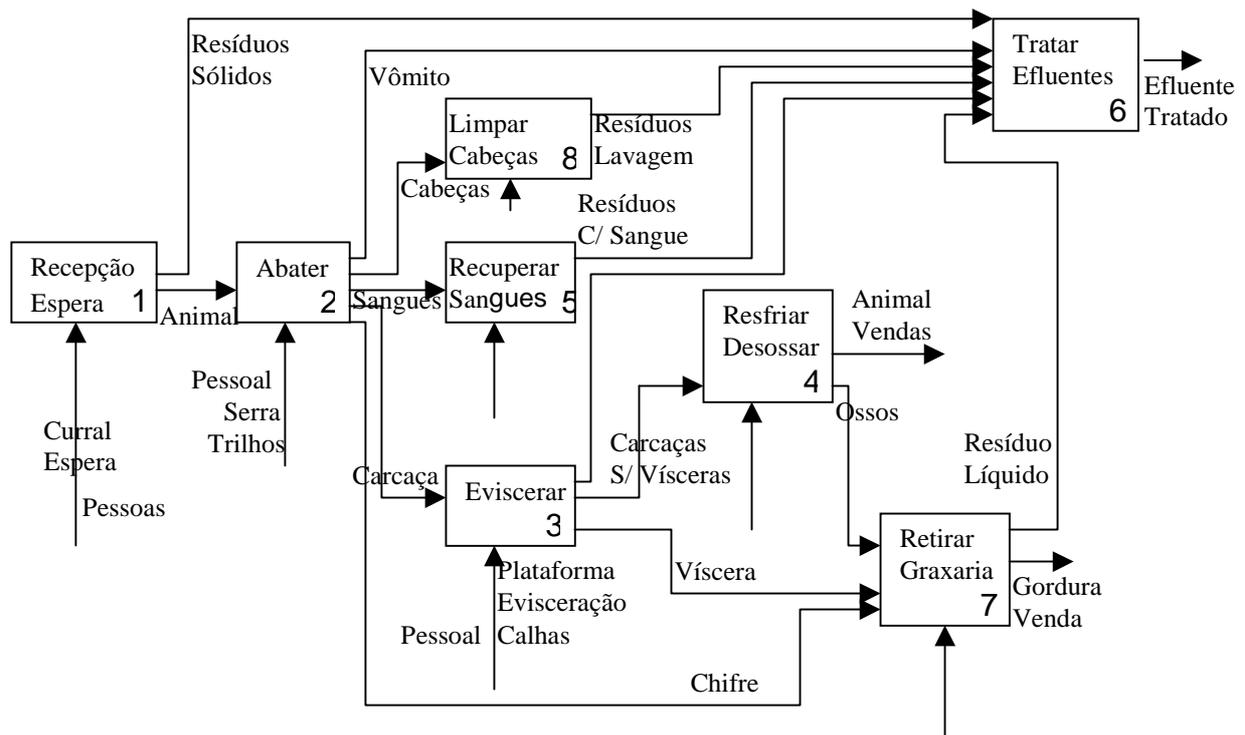


Figura 5 - Diagrama Estático dos Macro-Processos de um Abatedouro

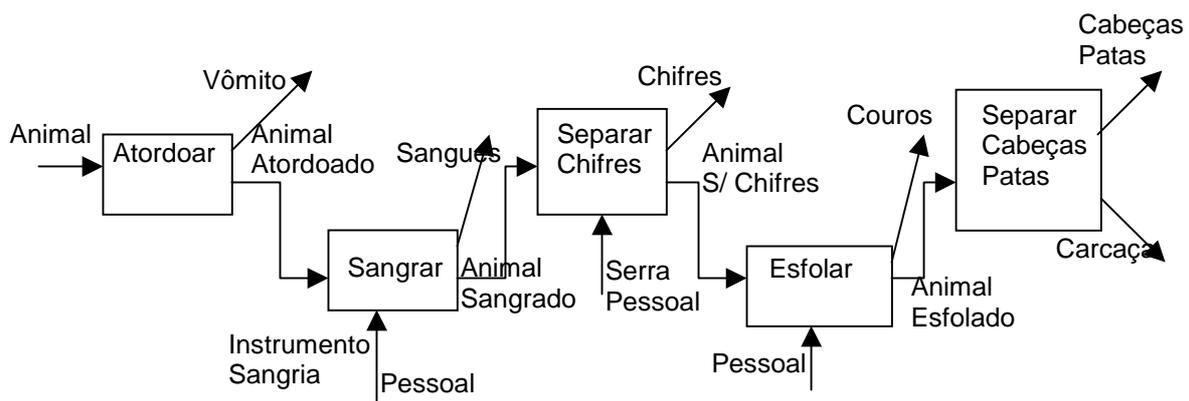


Figura 6 - Diagrama Estático do Sub-Processo Abater

As figuras 7 e 8 mostram os diagramas dinâmicos do Macro-Processo do abatedouro de carnes bovinas e do Sub-Processo abater respectivamente como foi mostrado para os diagramas estáticos.

Nos diagramas dinâmicos, também, nota-se a facilidade de sua leitura. Para o Processo 2, Abater, tem-se o seu início quando o evento Iniciar Abate ocorrer e o Processo 1, Recepcionar/Esperar, estiver terminado. Ao encerrar esse processo novos processos poderão ser iniciados se novos eventos acontecerem. Se o evento Eviscerar Animal, Recuperar Sangue e Fazer Graxaria ocorrerem os processos como Eviscerar Animal, Recuperar Sangue e Fazer Graxaria serão iniciados todos ao mesmo tempo. Portanto eventos podem ocorrer simultaneamente e iniciar novos processos, também, ao mesmo tempo. Portanto, pode-se notar o paralelismo dos processos, o que não acontece no modelo estático.

Agora se todos os processos estiverem terminados e o evento Tratar Efluentes acontecer, o novo processo Tratar Efluentes irá iniciar recuperando todos os resíduos dos processos encerrados.

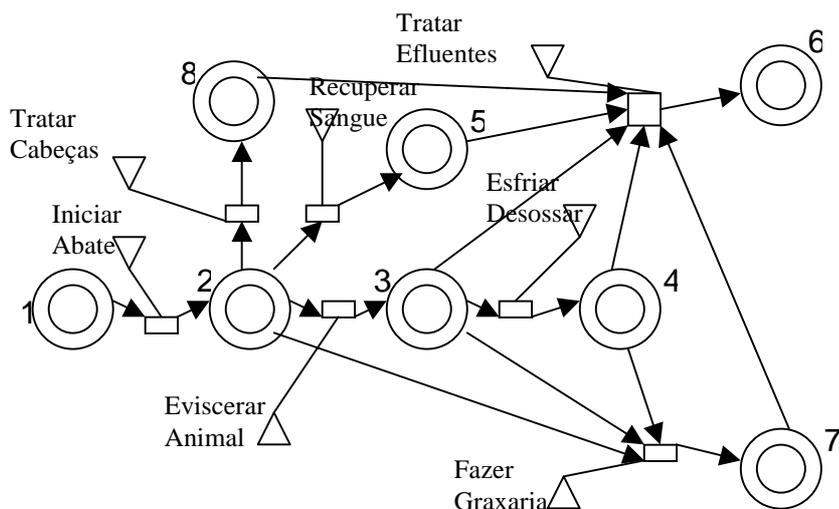


Figura 7 - Diagrama Dinâmico dos Macro-Processos de um Abatedouro

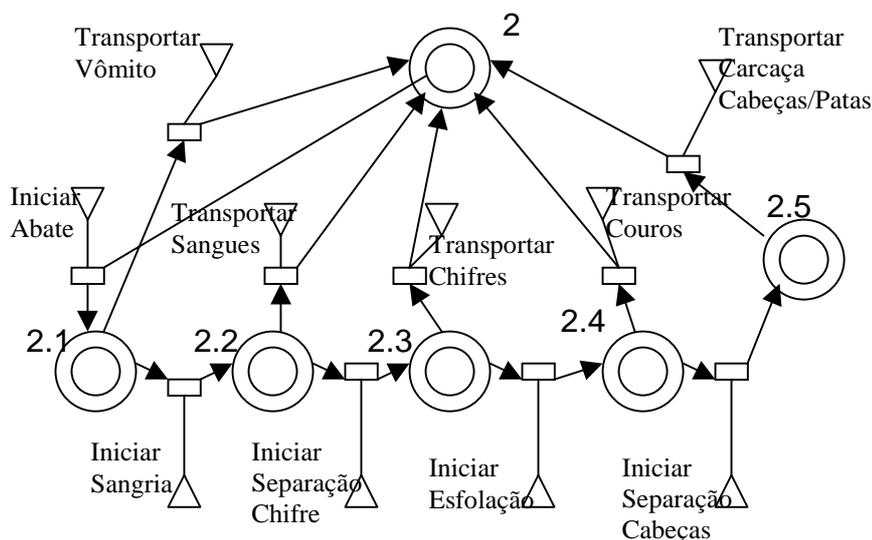


Figura 8 - Diagrama Dinâmico do Sub-Processo Abater

Para ilustrar pode-se pensar o evento Tratar Efluentes em função do tempo, por exemplo, o evento pode ocorrer de duas em duas horas ou quando tiver ocorrido a morte de cinco animais, por exemplo. Em ambas as possibilidades o processo Tratar Efluentes seria iniciado.

Na Sub-Rede do processo Abater foi explodido como no modelo estático. A entrada dessa Sub-Rede se dar por meio do processo 2.1, Atordoar Animal, e o fim através do processo Separar Cabeças, 2.5. Os eventos Transportar Vômitos, Transportar Sangrias e Transportar Chifres poderiam não existir ocorrendo a transferência desses resíduos automaticamente após cada uma dos processos associados estivessem encerrados.

6. Conclusão

Mostrou-se neste trabalho uma ferramenta para gerenciar os processos produtivos baseada em dois modelos, estático e dinâmico. Acredita-se, como foi mostrado no exemplo prático, que esses modelos consigam dinamicamente apoiar a gerência através da implementação de uma ferramenta.

A grande característica da ferramenta GEPROC é a sua flexibilidade na configuração dos processos produtivos. Portanto, quando da utilização de um novo sistema produtivo descreve-se os seus novos modelos estáticos e dinâmico e liga-se aos processos produtivos. Essa flexibilidade leva em conta as novas configurações ou alterações dos Processos Produtivos.

REFERÊNCIAS

- Dayal U. & Buchanan, A.P. & McCarthy, D.R., 1988, "Rules are Objects Too: A Knowledge Model for Active Object-Oriented Database Systems", Proc. 2nd Intl. Workshop on Object-Oriented Database Systems, LNCS 334, Springer Verlag, pp. 129-143.
- Joia, Luiz Antonio, 1994, Reengenharia e Tecnologia da Informação: O paradigma do Camaleão. São Paulo, Pioneira.
- Jr, Joseph Harrington, 1984, Understanding the manufacturing: key to successful CAD/CAM implementation, Ney York, M. Dekker, 213 p.
- Resig, W., 1982, *Petri Nets - An Introduction*, Springer Verlag.
- Torres, José Belo, 1996, *Uma Ferramenta de Gerência de Projeto - GEPRO* Dissertação de Mestrado, COPIN/UFPB.

A TOOL OF DYNAMIC PROCESSES MANAGEMENT FOR ADVANCED TECHNOLOGIES OF PRODUCTION

An empirical problem faced nowadays is the difficulty of the processes management when advanced technologies of production are used. The integration of these technologies and the productive sections are fundamental to guarantee its results. This work proposes a model to aid in these processes.

The modeling of the productive processes can be seen of two manners. In the first it is visualized, through the several used resources, the static model. In the second, through a an origin net of productive processes in activities, the dynamic model is defined.

This work proposes an integrated vision of these two models and its applications in the productive processes with the objective of controlling costs, periods, human resources, operational resources, processes and products finishes.

The work is organized in the following way: firstly some concepts on the processes management are described, where the model IDEF is presented. Later on a net model is presented to control the multiple activities of the processes, basing on Petri Nets. These net are integrated to the processes of the model IDEF, and, consequently, to the productive systems. Finally a managerial tool for the productive processes through the integration of those models with the productive system is presented.

Key-words: Processes Management, Modeling, Processes