

Modelação dos Processos de Produção em Engenharia Organizacional

Patrícia Macedo

Centro de Engenharia Organizacional, INESC-INOV
Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, IPS, Setúbal, Portugal
Email: pmacedo@est.ips.pt

José Tribolet

Centro de Engenharia Organizacional, INESC, INOV
Departamento de Engenharia Informática,
Instituto Superior Técnico, UTL, Lisboa, Portugal
Email: josé.tribolet@inesc.pt

Resumo

A complexidade da estrutura de informação nas organizações industriais tem vindo a aumentar nas últimas décadas. Este aumento foi motivado pela introdução de novas práticas de produção e potenciado pela evolução tecnológica. O aumento da complexidade da informação traduz-se por um aumento na complexidade dos sistemas de informação, devendo por isso o desenho destes basear-se numa descrição completa e coerente dos processos de negócio. Neste contexto mostra-se importante conseguir modelar os processos de produção de uma forma integrada com as restantes actividades da empresa.

Este artigo aborda a problemática da definição e caracterização dos elementos de modelação necessários à representação dos processos de produção. Os elementos de modelação e respectiva notação são descritos utilizando uma extensão da linguagem de modelação unificada (UML). A caracterização dos elementos segundo os seus aspectos estruturais, hierárquicos e comportamentais é efectuada independentemente da linguagem com o intuito de esta não influenciar os resultados obtidos.

A Indústria de Pasta e Papel foi escolhida como caso de estudo, pois o seu domínio de produção engloba diversos tipos de operações de fabrico: discreta, contínua e por lote. Uma organização do sector industrial da Pasta e do Papel serviu de base de estudo e permitiu a verificação do trabalho teórico efectuado à realidade prática subjacente.

Palavras-chaves: Modelação Organizacional, Engenharia Organizacional, UML, Processos de Produção, Processos Contínuos versus Discretos

1 INTRODUÇÃO

A complexidade da estrutura de informação nas organizações industriais tem vindo a aumentar nas últimas décadas. Este aumento foi motivado pela introdução de novas práticas de produção e potenciado pela evolução tecnológica. A passagem da lógica de produção *make-to-stock* para uma *make-to-order* [Ballou 1999] originou nas organizações uma necessidade crescente de troca de informação entre as áreas comercial e de produção, informação esta que deverá ser detalhada e de acesso *just-in-time* [Laudon 2002]. Actualmente, grande parte das empresas que completaram com sucesso a certificação de Qualidade do Produto, prosseguem com a implementação da qualidade dos processos. A implementação da Qualidade dos Processos obriga as organizações a dispor de uma estrutura de informação que lhes permita rastrear as actividades produtivas. A diminuição crescente

das taxas de lucro no sector industrial, conjugada com a política *make-to-order*, cria a necessidade de dotar as organizações de sistemas de custeio em tempo-real.

Os avanços tecnológicos na área das redes e dos protocolos de comunicação, favoreceu a evolução dos sistemas ERP's e dos Sistemas MES (Manufacturing Execution System), originando a sobreposição a nível funcional entre os dois tipos de sistemas[Macedo 2004]. Outro dos factores tecnológicos que contribuiu para este cenário é o facto de hoje ser muito menos dispendioso guardar massivamente os dados, não havendo por isso necessidade de agregar a informação. Os sistemas industriais caracterizam-se por guardar os valores por pouco espaço de tempo, perdendo-se, assim, a informação histórica detalhada sobre o Processo de Produção. Actualmente existem soluções tecnológicas que permitem guardar toda a informação de uma forma distribuída; cada sistema acede à informação de que necessita e no formato pretendido [Camarinha 2002].

O planeamento estratégico dos sistemas de informação tem em vista garantir que estes suportem os processos de negócio da organização. A construção do Modelo Organizacional deverá ser, assim, a base de partida para a realização do planeamento estratégico dos sistemas [Eriksson 2000] [Spewak 1992]. Várias *frameworks* empresariais (CIMOSA, PERA, Zachman) [Kateel1996] foram desenvolvidas com o intuito de que guiar o engenheiro no processo de definir e relacionar os vários componentes que constituem a organização. A aplicação destas framework exige a modelação dos vários componentes da organização. E conseqüentemente a modelação dos processos produtivos e factores de produção nas organizações de cariz industrial.

O facto de não se utilizarem as mesmas técnicas e metodologias para representar os processos de produção e de gestão origina os seguintes problemas:

- Não permite uma visão holística da organização empresarial, dificultando a optimização das actividades das áreas que necessitam de interagir com o Processo de Produção, tais como: a logística, as vendas e a contabilidade.
- Dificulta o planeamento estratégico e integrado dos Sistemas de Informação que suportam a organização como um todo.
- Dificulta a comunicação entre recursos humanos das áreas de gestão e das áreas de produção.

No entanto, é necessário averiguar em que medida é possível utilizar os mesmos conceitos e técnicas usados na abordagem clássica da Engenharia Organizacional [Lilles 1994] [Eriksson 2000] no domínio dos processos de produção.

Os processos de negócio, habitualmente representados, tais como: pagar a um fornecedor, abrir uma conta, vender um equipamento, dar formação têm características discretas, pois têm um tempo de início e de fim determinado, consumindo e produzindo recursos quantificáveis unitariamente. Quando se pretende modelar processos de produção, surge a necessidade de modelar processos contínuos e por lote. Os diferentes tipos de processos têm particularidades distintas que devem ser capturadas quando da modelação. Um dos objectivos do trabalho a realizar é a definição das primitivas que é relevante capturar no domínio dos processos de produção com vista à possibilidade do uso dos mesmos métodos e ferramentas para a modelação holística da organização. Este artigo aborda a problemática da definição e caracterização dos elementos de modelação em Engenharia Organizacional (processos e entidades) essenciais para a representação dos processos de produção.

2 O ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Engenharia Organizacional

A disciplina da Engenharia Organizacional emerge na década de 90 com o objectivo de colocar a engenharia ao serviço das organizações, disponibilizando técnicas para analisar (modelar), desenhar, implementar e operar uma empresa [Liles 1995]. A Modelação Organizacional disponibiliza aos engenheiros uma forma de focar os elementos relevantes para o problema em estudo dentro da organização. Através do desenho especifica-se como uma organização ou seus aspectos devem ser. O processo de desenho deve incluir considerações sobre a implementação e a operação, ou seja definir como se passa do *as-is* para o *to-be* [Underdown 1996]. A implementação concretiza o que foi definido na fase de desenho e tem que considerar, no contexto da Engenharia Organizacional, aspectos como o planeamento e a gestão da mudança [Underdown 1996].

Os pontos discutidos durante este artigo enquadram-se nos princípios e técnicas da modelação organizacional. Um modelo organizacional define-se como sendo uma abstracção que identifica e representa os elementos básicos de uma organização com o detalhe necessário para o fim a que se propõe [ISO 14258]. Um dos princípios da Engenharia Organizacional define a organização como um sistema de processos de negócio [Liles 1995]. Partindo deste paradigma, a modelação dum sistema organizacional implica a modelação dos seus elementos, ou seja dos processos de negócio.

2.2 Processos de Produção

Segundo o dicionário da Sociedade de *Instrument Systems and Automation* (ISA) [ISADictionary 2004] define-se o Processo de Produção como:

- Alteração química ou física da matéria;
- A colecção de funções realizadas por equipamentos industriais, As funções e operações utilizadas no tratamento de material. No contexto deste trabalho, adopta-se a classificação para os processos Processos de Produção da APICS - *The Educational Society for Resource Management* [APICS 2003]

Tipo Discreto - Produção de produtos distintos ou partes.

Tipo Processo - Produção de produtos através da alteração física ou química de matéria:

Por lote – Produção de quantidades finitas, segundo um ciclo de produção [ISADictionary 2004].

Contínuo – Produção de fluxos de produtos por transformação de fluxos de matéria prima [ISADictionary 2004].

Processo por lote	Preparação de algumas matérias-primas: PCC, amido enzimático, amido catiónico
Processo contínuo	Produção de pasta líquida branqueada, produção de vapor, recuperação, fabrico de papel
Discreto agregação	Enresmar, empacotar, embalar
Discreto desagregação	Bobinagem, rebobinagem, corte de formatos gráficos e de formatos reduzidos.

Tabela 1 - Operações de produção no processo de fabrico de Pasta e Papel

A forma de modelar e representar os processos produtivos varia significativamente de acordo com a disciplina de engenharia que estuda e analisa o processo. A representação do modelo depende do cliente final dessa representação e a quantidade de informação que uma representação gráfica pode conter depende do grau de detalhe pretendido [Coulson 1989]. Um diagrama a ser usado pelos operadores do processo produtivo contém informação diferente de um diagrama de referência para uma montagem de tubagem ou para uma montagem de instrumentos. Este trabalho foca a representação dos processos de produção com o grau de abstracção necessária para o planeamento estratégico e integrado dos Sistemas de Informação e para o estudo do impacto das macroalterações a nível dos processos produtivos e das actividades a elas associadas. Dentro dos objectivos propostos existem dois tipos de diagramas que são habitualmente utilizados no contexto da engenharia industrial O diagrama de fluxos de processo e o diagrama de fluxo de materiais:

- O diagrama de fluxo de processo representa graficamente os arranjos dos equipamentos, os fluxos de ligação, os caudais e as composições dos fluxos [Coulson 1989].
- O diagrama Fluxo de Material representa as transformações de um material ou mais materiais pelo processo produtivo. A forma de representar graficamente este tipo de diagramas varia muito de autor para autor e conforme o grau de detalhe pretendido.

3 A METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A estratégia de investigação adoptada baseou-se na execução das seguintes tarefas:

1. Definição dos elementos que compõem o domínio da produção – Estes foram definidos independentemente da linguagem de modelação de forma a garantir que as estruturas e os comportamentos associados às características dos processos produtivos e factores de produção sejam captados sem influência da linguagem seleccionada.
2. Representação dos elementos definidos em 1, no âmbito do meta-modelo da FCEO [Vasconcelos 2001].- Este passo permite validar a possibilidade de usar FCEO para a definição de um modelo organizacional no âmbito das organizações industriais.
3. Modelação dos Processos e Factores de Produção da PortucelSoporcel –Desta forma pretendeu-se verificar a adequação do trabalho teórico efectuado à realidade prática subjacente

4 A DEFINIÇÃO DO DOMÍNIO

A especificação dos elementos relevantes no domínio da Produção de Pasta e Papel segue as directivas base da norma *ISO-14258 - Concept and rules for Enterprise Model* [ISO 14258].Para modelar a actividade genérica de produção e os factores de produção é necessário representar os seus aspectos estruturais, hierárquicos e comportamentais.

A análise de uma organização, segundo os seus **aspectos estruturais**, consiste na definição dos elementos que constituem a organização e relações entre estes.

Factores de produção – Os recursos requeridos para transformar, transportar e guardar, matérias-primas produtos e subprodutos: equipamentos, materiais, informação, pessoas [ISO 14258]. Os factores de produção são objectos de negócio.

Processo de Produção – Actividade que consome e produz recursos físicos utilizando recursos do tipo pessoa , tipo equipamento e tipo informação.

Processo versus Recursos

- Um processo de produção consome e produz recursos do tipo material.
- É possível extrair informação sobre um processo de produção. Ex: a temperatura a que foi cozido o amido enzimático. Neste caso um processo de produção produziu recursos do tipo informação.
- Um processo de produção usa recurso do tipo equipamento – Equipamento utilizado, para guardar, transformar, transportar ou medir a matéria física.
- Um processo de produção usa recurso do tipo pessoa. Intervenção humana na actividade de produção.

A caracterização de uma organização segundo os seus **aspectos hierárquicos** obriga à representação da forma da agregação dos elementos para constituir um todo, e/ou como estes se relacionam segundo os conceitos de especialização e generalização.

Tipos de processos de produção - Os processos de produção especializam-se em discretos, por lote e contínuos.

Estrutura do produto - Um produto é composto por sub-produtos e/ou matérias primas. Através da relação de agregação é possível definir a estrutura de um produto.

Estrutura fabril - Define a forma como um conjunto de equipamentos se compõe para constituir um todo.

Estrutura organizativa - Define a forma como os vários recursos humanos estão organizados hierarquicamente. Ex: Um organograma é uma representação gráfica da estrutura organizativa .

O comportamento é especificado através das propriedades dos objectos que constituem a organização. Sendo uma organização um sistema dinâmico, que sofre alterações com a passagem do tempo, é necessário representar o conceito Tempo, assim como a propriedades dinâmicas dos elementos.

O tempo físico é definido como sendo um conjunto ilimitado e contínuo de instantes temporais, conjunto este que é ordenado e denso. Embora o tempo físico seja contínuo, na realidade os computadores trabalham com números de precisão finita, não podendo por este motivo implementar o tempo contínuo, mas apenas aproximações a esse. O **tempo contínuo** distingue-se do **tempo discreto**, sendo esta última uma representação do tempo seccionado em quantidades finitas. Nesta perspectiva, pode representar-se o tempo contínuo como o conjunto dos números reais e o tempo discreto como o conjunto dos números inteiros.

No contexto dos processos de produção, o tempo tem que ser considerado, pois a diferenciação de tipo de Processo de Produção tem, precisamente, a ver com a relação deste com o tempo.

Um Processo de Produção é executado num determinado **espaço físico**. Pode-se considerar na maioria das situações que o espaço físico se pode representar como o recurso do tipo equipamento, ou como o conjunto de equipamentos (unidade fabril) usado para executar o Processo de Produção.

Nos processos de produção contínuos, existe a necessidade de introdução do conceito de **espaço** com vista a definir a propriedade de constância no espaço. Enquanto que num processo de fabrico do tipo por lote se pode ter num mesmo tanque, em instantes temporários diferentes, produto diferente, num processo contínuo tem-se num mesmo tanque produto com características idênticas (na mesma fase do processo) em instantes distintos.

5 A REPRESENTAÇÃO DO DOMÍNIO USANDO UM PERFIL DE UML

A representação do domínio da produção usando o perfil de UML definido na FCEO [Vasconcelos 2001], permite mostrar como é possível representar os elementos acima caracterizados, através de um perfil em UML definido e utilizado no âmbito da modelação organizacional.

Um Processo de Produção é definido como sendo do tipo processo e representa-se recorrendo ao estereótipo `<<process>>`. É de salientar que na FCEO, o estereótipo `<<process>>` representa uma unidade de trabalho, ou seja pode representar uma actividade de produção. Os processos de produção são representados pela classe do tipo *Manufacturing Process*, classe esta que é uma especialização da classe *core process* do tipo *operations* [Vasconcelos 2001]. A classificação dos Processo de Produção em discreto, por lote ou contínuo representa-se no âmbito da estrutura de classes pré-definida, como sendo especializações da classe *Manufacturing Process*.

Os tipos de recursos identificados foram: Informação, Pessoas, Equipamentos, Materiais.(factores de produção) Cada um destes tipos de recursos é representado dentro do âmbito da FCEO com uma classe que instancia o estériotipo `<<resource>>`.

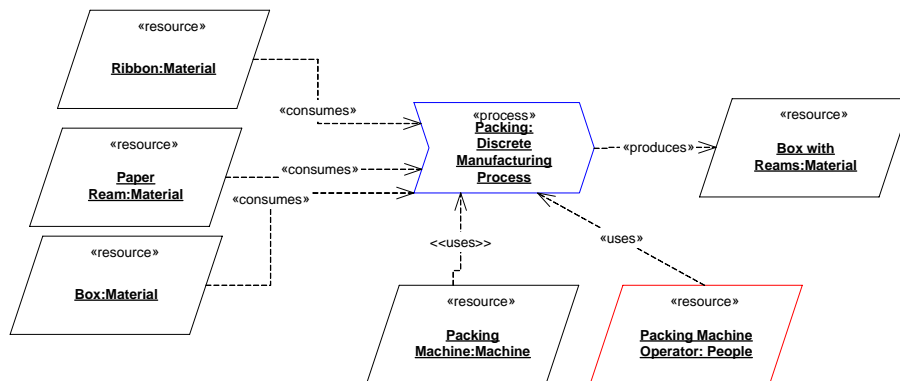


Figura 1 - Diagrama de processos - Processo de Produção empacotar (Packing)

A figura 1 ilustra como utilizar os objectos de negócio do tipo processo e do tipo recurso para modelar um processo de Empacotar Resmas de papel A4 (*Packing*). Através deste diagrama de processos/recursos mostra-se quais os materiais necessários na operação de empacotar, qual a máquina que é usada para executar a operação e se existe intervenção humana ou não. A representação de uma operação totalmente automatizada não indica o uso de um recurso do tipo Pessoa (ou tipo Equipa), enquanto que na representação gráfica duma operação totalmente manual, não se faz referência a um recurso do tipo Equipamento.

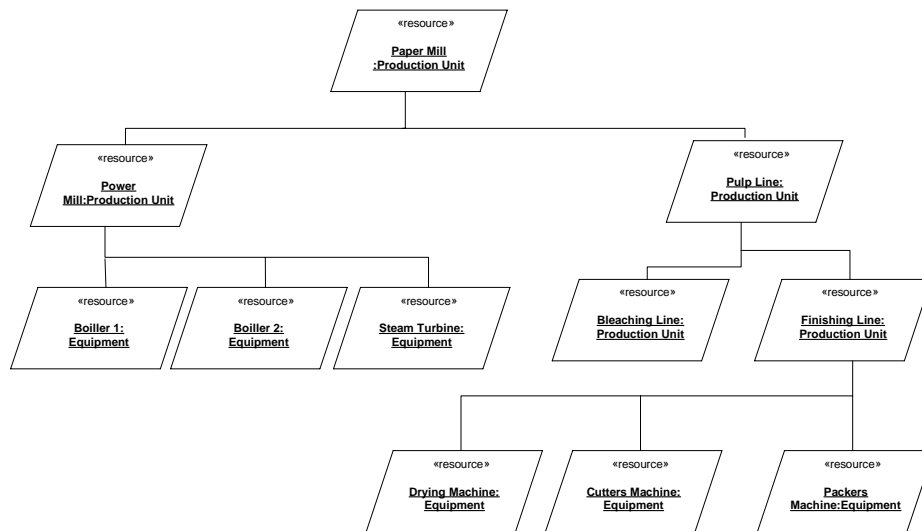


Figura 2 - Diagrama de recursos - estrutura fabril

Para representar a **estrutura de produto**, a **estrutura fabril** e a **estrutura organizativa**, utilizam-se as relações de composição e agregação do UML 1.4, tal como se exemplifica na figura 2.

No âmbito da modelação de processo de negócio, os diagramas de actividades são muito utilizados para representar o fluxo de trabalho e mostrar como as actividades se subdividem e se relacionam entre si. Uma pista (*swimlaness*) agrupa actividades de acordo com a sua responsabilidade, podendo ser utilizadas com diferentes propósitos inclusive mostrar, explicitamente, onde (em que objecto) as acções são executadas [Eriksson 2000]. Dentro desta perspectiva, é possível recorrer ao uso de pistas para representar o espaço físico, que é um equipamento ou unidade fabril, onde se executa um Processo de Produção (actividade), tal como se representa na figura 3.

O meta-modelo da FCEO não define, explicitamente, nenhuma forma de representar o conceito de tempo e a relação entre um processo e o tempo. Alguns autores [Eriksson 2000] afirmam que cada processo tem como atributo o tempo estimado para a sua execução. No entanto esta definição não suporta as particularidades do processo contínuo. Sendo o perfil da FCEO um perfil de UML, é possível recorrer aos mecanismos do UML standard para tentar descrever o comportamento dos processos em função do tempo. Os **diagramas de sequência** e de estados servem para descrever o comportamento dos objectos em função do tempo. O diagrama de sequência ilustra uma interacção segundo uma visão temporal e contém duas dimensões: a dimensão tempo e dimensão dos objectos intervenientes. Pode ser relevante recorrer ao uso do diagrama de sequência para a modelação de detalhe de que é exemplo a modelação da interacção entre duas máquinas, ou entre um operador e uma máquina.

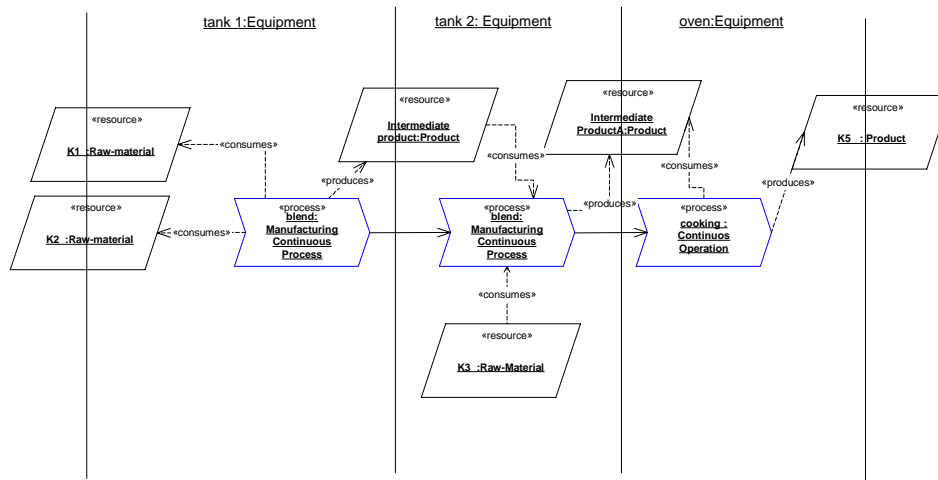


Figura 3 - Diagrama de actividades processo contínuo versus espaço

O **diagrama de estados** representa os possíveis estados de um objecto e as transições entre estes, assim como as actividades efectuadas em cada estado do objecto. Normalmente, utiliza-se o diagrama de estados para representar o ciclo de vida de um objecto ou de um sistema. O diagrama de estados pode ser utilizado para representar a mudança de estado de um produto ao longo do tempo. No entanto, pela abordagem que foi seguida no desenvolvimento deste trabalho, esta utilização não é aplicável.

Os diagramas temporais (introduzidos na versão do UML 2.0 são usados para descrever o comportamento de um objecto ao longo do tempo, ou seja os diferentes estados em que um objecto se encontra em função do tempo. Sendo possível representar mais do que um objecto e desta forma descrever as dependências temporais entre vários objectos. Estes diagramas permitem especificar o tempo absoluto, o tempo relativo e intervalos temporais. A limitação deste tipo de diagrama a para a representação da interligação entre o tempo e os processos de produção contínuos prende-se com ao facto de neste trabalho um processo não ser considerado como evoluindo ao longo de estados.

6 O CASO DE ESTUDO

A organização industrial que serviu de objecto de estudo do trabalho foi o complexo fabril de Setúbal do grupo PortucelSoporcel SA. Os conceitos e técnicas desenvolvidos e explicado na secção anterior foram aplicados com o objectivo de modelar os processos produtivos e os factores de produção da organização em estudo.

O trabalho realizado permitiu testar a adequabilidade do uso da FCEO para a modelação de:

- Diferente tipo de processos de produção: discretos, contínuos e por lote tal como se resume na tabela 1.
- Estrutura Fabril e Organizativa que suporta os processos de produção de pasta e papel
- Estrutura dos produtos permitindo assim descrever a genealogia de um produto
- Interação entre os processos de produção e as actividades de gestão (ver figura 4)

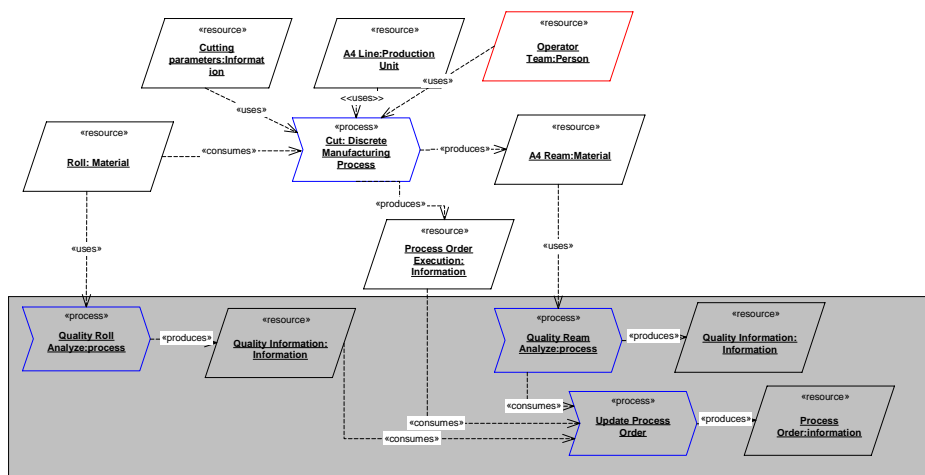


Figura 4 - Diagrama de Processo de Produção versus Processo de Qualidade

7 CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

O estudo das propriedades que caracterizam os vários tipos de processos de produção permitiu identificar os elementos de modelação necessários à representação dos processos produtivos e factores de produção, no âmbito da Engenharia Organizacional.

Um dos objectivos propostos era a validação do vocabulário e das regras da *framework* CEO para a representação dos processos de produção. Do trabalho realizado com esse propósito concluiu-se que: a FCEO é válida e que recorrendo-se às potencialidades do UML é possível: descrever o fluxo de matérias ao longo de uma cadeia produtiva, bem como as dependências entre o espaço físico e o Processo de Produção. A representação da dependência temporal dos processos de produção, recorrendo aos diagramas disponibilizados pelo UML 2.0, foi apenas conseguida parcialmente, pois os diagramas disponibilizados baseiam-se na representação da alteração do estado dos objectos em função do tempo e não na evolução do fluxo de recursos em função do tempo.

Com o intuito de validar qualitativamente a adequação da representação proposta para modelação dos processos no domínio em estudo, esta foi analisada segundo os aspectos definidos por Curtis [Curtis 1992] – Granularidade, Formalidade e Capacidade Prescritiva e Descritiva.. Desta análise concluiu-se que o grau de formalismo é adequado aos objectivos a que se propõe, e que a representação proposta permite, recorrendo às potencialidades do UML, definir o grau de granularidade consoante o grau de detalhe pretendido para o modelo. Embora se consiga descrever correctamente o domínio proposto, a não utilização de modelos matemáticos para descrever a dinâmica dos processos contínuos retira alguma precisão à descrição obtida. A capacidade prescritiva é conseguida, na medida em que é possível representar os aspectos estruturais, hierárquicos e comportamentais esperados para a organização. A menor capacidade prescritiva e descritiva da forma de representação proposta deve-se às limitações da UML na representação de constrangimentos temporais.

A investigação levada a cabo permitiu compreender as problemáticas gerais inerentes a este domínio e identificar um conjunto de questões que foram surgindo ao longo do trabalho e que ficaram por responder. É importante a validação destes resultados noutros contextos empresariais, quer a nível de outras empresas produtoras de pasta e papel, quer a nível de outros sectores industriais. Com o objectivo de melhorar o poder descritivo dos modelos organizacionais no âmbito das empresas industriais e o grau de detalhe com que o domínio dos processos de produção é

representado, é importante considerar a construção de um perfil em UML para o domínio da produção. Este perfil deverá ser uma extensão ao meta-modelo proposto pela FCEO e deverá basear-se no trabalho apresentado nas secções 4 e 5 deste artigo. A modelação do tempo é necessária para descrever o comportamento dos processos de produção, no entanto foram detectadas algumas dificuldades para representar em UML a relação tempo versus processos de produção. Um estudo aprofundado do trabalho de investigação, efectuado no âmbito da modelação em UML de Sistemas em Tempo Real [Douglas 2004] e mais especificamente do perfil em UML - *Time Schedulability and Performance*, poderá trazer alguns contributos importantes nesta área.

O estudo de métodos e técnicas para a definição da Arquitectura Informacional tendo como base de partida os modelos organizacionais está a decorrer. Com este estudo pretende-se verificar de que forma a representação dos processos de produção no âmbito da Engenharia Organizacional pode servir de base à construção de uma Arquitectura informacional nas organizações industriais.

8 REFERÊNCIAS

- APICS, *The Educational Society for Resource Management*, Novembro de 2003
<http://www.apics.org>
- Booch, “Object-Oriented Analysis and Design with Applications”, 2ª Edição. Reading, MA: Addison-Wesley, 1994.
- Ballou, R.H. “Business Logistics Management Prentice-Hall International”, 4ªEd , Inc, 1999
- Camarinha, Luís M. Matos, *Integração de sistemas de manufactura Das ilhas de automação às empresas virtuais*, Revista INGENIUM [Ordem dos Engenheiros], 2ª série, Nº 56, pp.68-74, ISSN 0870-5968, 2001
- Coulson, J.M ,J.F. Richardson, “Tecnologia Química Vol 5- Uma introdução ao Projecto em Tecnologia Química”, Edição da Fundação Calouste Gulbenkian , Lisboa, 1989
- Coutois, Allain Maurice Pillet Chantal Martin, “Gestion de Production2, Les Editions D'Organisations, 1989
- Curtis B, Kellner M I, & Over J, *Process Modeling*, Communication of the ACM, Vol. 33, No. 9, 1992
- Davenport - *Business Process Reengineering*, HBSP, 1994.
- Diethers,K U,Goltz and S.Vocke, *Analysis of Real-Time Systems Modeled by UML-Statecharts*, SBF Colloquium 2002 pag140-152, 2002
- Douglass, J.M, “ Real Time UML : Advances in the UML for Real-Time Systems”, (3rd Edition), Addison-Wesley Pub Co; ISBN- 0321160762,Fevereiro 2004
- Eriksson, H. E., Penker, M. –“ Business Modeling with UML: Business Patterns at Work”, OMG Press, 2000.
- Silva, Gustavo Monteiro da, *Instrumentação Industrial*, Edição E.S.T., 1999
- ISO14258 - *Concept and Rules for Enterprise Models* http://www.s95.nl/index_en.htm, Janeiro 2004

- Kateel, G. M. Kamath, D. B. Pratt, *An overview of CIM enterprise modeling methodologies*, Proceedings of the 28th conference on Winter simulation, p.1000-1007, Coronado, California, United States, 1996
- Laudon, Kenneth C. Jane P. Laudon. "Management Information Systems", 7th edition – Prentice Hall - 2002
- Liles, D. H., Mary Johnson, Laura Meade, Ryan Underdown - *Enterprise Engineering: A discipline*, Society for Enterprise Engineering Conference Proceedings, June, 1995.
- Macedo, P. P. Sinogas J. Tribolet, [Information Systems Support for Manufacturing Processes : The Standard S95 Perspective](#), 6th International Conference on Enterprise Information Systems, *ICEIS 2004*, Apr. 2004 .
- Myers Michael, *Qualitative Research in Information Systems*, MIS Quarterly 21, Junho 1997
- Presley, Adrien - *Representation method to support Enterprise Engineering*, Ph.D. University of Texas at Arlington, Maio 1997.
- Spewak, Steven H., "Enterprise Architecture Planning", John Wiley & Sons, Inc., 1992
- Underdown, R. e al. - *Exploring the relationship between Industrial and Enterprise Engineering*, First Annual International Conference on Industrial Engineering Applications and Practice, Houston, 1996.
- Vasconcelos, A. A. Caetano J. Neves P. Sinogas, R. Mendes, J. Tribolet, *A Framework for Modelling Strategy, Business Processes and Information Systems*, In Proceedings of International Conference on Enterprise Distributed Objects Computing, in Seattle. USA, 2001