

CLASSIFICAÇÃO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO NA ÁREA ESPACIAL

Suely Mitsuko Hirakawa Gondo¹, Leonel Fernando Perondi²

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

S J Campos – SP, Brasil

suely@dss.inpe.br¹, perondi@las.inpe.br²

Resumo: Na organização moderna, a atividade de transformação encontra-se estruturada na forma de processos, podendo a empresa ser vista como um sistema encadeado de processos, tanto gerenciais como produtivos. Projetos são, também, estruturados como um conjunto encadeado de processos, pois não passam de organizações temporárias. De forma bastante geral, os processos podem ser classificados em processos de gestão e processos técnicos. Processos tais como *identificação da configuração, gestão de documentação e processo de verificação* constituem-se em exemplos de processos de gestão, enquanto que processos associados ao design e à fabricação, como *seleção de partes e materiais, colagens, soldagens, conformação de materiais* e outros, constituem-se em exemplos de processos técnicos. A fabricação de hardware de vôo na área espacial se dá, exclusivamente, via processos de fabricação qualificados, ou seja, processos que possam ser repetidos exatamente, de modo a garantir a total repetibilidade da fabricação de um dado equipamento. Neste trabalho, buscar-se-á apresentar uma classificação para os processos técnicos utilizados na área espacial, bem como discutir o seu encadeamento em fluxogramas de fabricação de equipamentos.

Palavras chave: *classificação, fluxograma, processos, espaciais*

1 Introdução

Correntemente, encontra-se na literatura uma variedade de definições para o conceito de processo. Este fato pode causar alguma dificuldade quando se pretende apresentar este conceito sob a perspectiva técnica, aplicado à área de fabricação. Assim, antes de tratar desta aplicação específica, consideramos oportuno efetuar uma apresentação sobre o uso deste conceito em um âmbito bastante amplo, qual seja o de sistemas produtivos.

Conforme a visão moderna de gestão, sumariada em oito princípios na Norma NBR ISO 9004-2000 (ABNT-2000), reproduzidos na Tabela 1, em toda a atividade produtiva deve-se buscar uma abordagem sistêmica e de processos.

1	Foco no cliente
2	Liderança
3	Envolvimento de pessoas
4	Abordagem de processo
5	Abordagem sistêmica da gestão
6	Melhoria contínua
7	Abordagem factual para a tomada de decisão
8	Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores

Tabela 1 – Princípios e Fundamentos da Norma NBR ISO 9000 (ABNT, 2000)

Estes princípios aplicam-se, de forma muito ampla, a todas as atividades desenvolvidas no âmbito de um sistema produtivo, seja ele voltado para a produção de produtos tangíveis ou para a prestação de serviços. A aplicação do princípio de abordagem de processo a um sistema produtivo gera conceitos derivados como o de Gestão por Processos.

A Gestão por Processos constitui-se em um modelo de gestão de uma organização, em que todas as atividades, tanto as técnicas quanto as de gestão, são organizadas na forma de processos. O fluxo produtivo é organizado em

uma hierarquia de processos, os quais, em uma das possíveis categorizações, podem ser classificados em Famílias, como ilustrado na Tabela 2 (Barbará, 2008).

<i>Família</i>	<i>Exemplo</i>
Administração Geral	Comunicações internas, definição de visão, desenvolvimento de liderança.
Comerciais	Gerência de marketing, gestão de filiais, entre outros.
Desenvolvimento de tecnologia	Avaliação de tecnologia, seleção de novos produtos, gestão de projetos.
Educacionais	Desenvolvimento de habilidades, educação do consumidor, desenvolvimento gerencial.
Financeiros	Gestão de orçamento, planejamento de investimentos, gestão de caixa.
Gerenciamento de linha de produto	Gestão de produto específico, consultoria, <i>outsourcing</i> .
Legais	Regulamentação, registro e controle de patentes, definição de requisitos legais sobre o produto.
Manufatura	Planejamento da produção, processos de fabricação, controle de estoques.

Tabela 2 – Classificação de processos em famílias (*Fonte:* Adaptado de Barbará, 2008).

A atividade de transformação encontra-se, assim, estruturada na forma de processos, podendo a empresa ser vista como um sistema de processos encadeados.

Projetos, os quais podem ser vistos como organizações temporárias, encontram-se, igualmente, estruturados na forma de um conjunto de processos. Conforme o padrão de gestão empregado, os processos de um projeto ganham tratamento e classificações diferentes. Por exemplo, no caso do Padrão Project Management Book of Knowledge (PMBOK) (PMI, 2004), os processos são agrupados por áreas de conhecimento, conforme apresentado na Tabela 3. Processos relativos ao design e à fabricação não são abordados neste padrão.

No caso do Padrão ECSS (ECSS, 2010), os processos de um projeto são organizados em três áreas de conhecimento: Gestão, Qualidade e Engenharia, como mostrado na Figura 1. Requisitos relativos a processos de fabricação são apresentados no documento *Space Product Assurance: Materials, mechanical parts and processes* - ECSS-Q-ST-70C (ECSS, 2009).

Resumindo, tanto em organizações quanto em projetos, o trabalho desenvolvido, independentemente de área funcional, é estruturado na forma de processos, ou seja, modernamente, organizações e projetos constituem-se em empreendimentos geridos por uma abordagem de *Gestão por Processos*.

Processos na área técnica, aqui referidos genericamente como *processos técnicos*, constituem-se em conceitos utilizados já há longo tempo. Com efeito, uma das primeiras referências documentadas do uso do conceito de processo na área de fabricação é devida a Adam Smith, que em sua obra *A Riqueza das Nações*, primeiramente publicada em 1776, descreve um conjunto de operações, ou seja, um processo, para a fabricação de alfinetes¹. Posteriormente, Frederick W. Taylor, em obra publicada em 1911, foi o primeiro estudioso a propor uma padronização estrita de processos para a fabricação de produtos.

Na área espacial, o uso do conceito de processo, no âmbito da fabricação de hardware espacial, já ocorre há várias décadas.

¹ “... Um homem puxa o arame, um outro o ajusta, um terceiro o corta, um quarto o afina e um quinto afia sua ponta para receber a cabeça. A fabricação da cabeça requer duas ou três operações diferentes: colocá-la sobre o alfinete é um trabalho especial; embranquecê-los é um outro processo igualmente diferenciado; colocá-los em embalagens constitui ainda um outro trabalho, e o importante negócio de fazer alfinetes é, dessa forma, dividido em cerca de 18 operações distintas que, em algumas fábricas, são todas realizadas por mãos diferentes, embora em outras o mesmo homem, às vezes, realize duas a três delas. ...” (Smith A., 2009).

Processos de área de conhecimento	Grupos de processos de gerenciamento de projetos				
	Grupo de processos de iniciação	Grupo de processos de planejamento	Grupo de processos de execução	Grupo de processos de monitoramento e controle	Grupo de processos de encerramento
Integração do gerenciamento de projetos	Desenvolver o termo de abertura do projeto / Desenvolver a declaração do escopo preliminar do projeto	Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto	Orientar e gerenciar a execução do projeto	Monitorar e controlar o trabalho do projeto / Controle integrado de mudanças	Encerrar o projeto
Gerenciamento do escopo do projeto		Planejamento de escopo / Definição do escopo / Criar EAP		Verificação do escopo / Controle do escopo	
Gerenciamento do tempo do projeto		Definição da atividade / Sequenciamento de atividades / Estimativa de recursos da atividade / Estimativa de duração da atividade / Desenvolvimento do cronograma		Controle do cronograma	
Gerenciamento de custos e projetos		Estimativa de custos / Orçamentação		Controle de custos	
Gerenciamento de qualidade do projeto		Planejamento da qualidade	Realizar a garantia da qualidade	Realizar o controle da qualidade	
Gerenciamento de recursos humanos do projeto		Planejamento de recursos humanos	Contratar ou mobilizar a equipe do projeto / Desenvolver a equipe do projeto	Gerenciar a equipe do projeto	
Gerenciamento das comunicações do projeto		Planejamento das comunicações	Distribuição das informações	Relatório de desempenho / Gerenciar as partes interessadas	
Gerenciamento de riscos do projeto		Planejamento do gerenciamento de riscos / Identificação de riscos / Análise qualitativa de riscos / Análise quantitativa de riscos / Planejamento de respostas a riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Gerenciamento de aquisições do projeto		Planejar compras e aquisições / Planejar contratações	Solicitar respostas de fornecedores / Selecionar fornecedores	Administração de contrato	Encerramento do contrato

Tabela 3 – Processos de gerenciamento de projeto – adaptado do Guia PMBOK, 2004

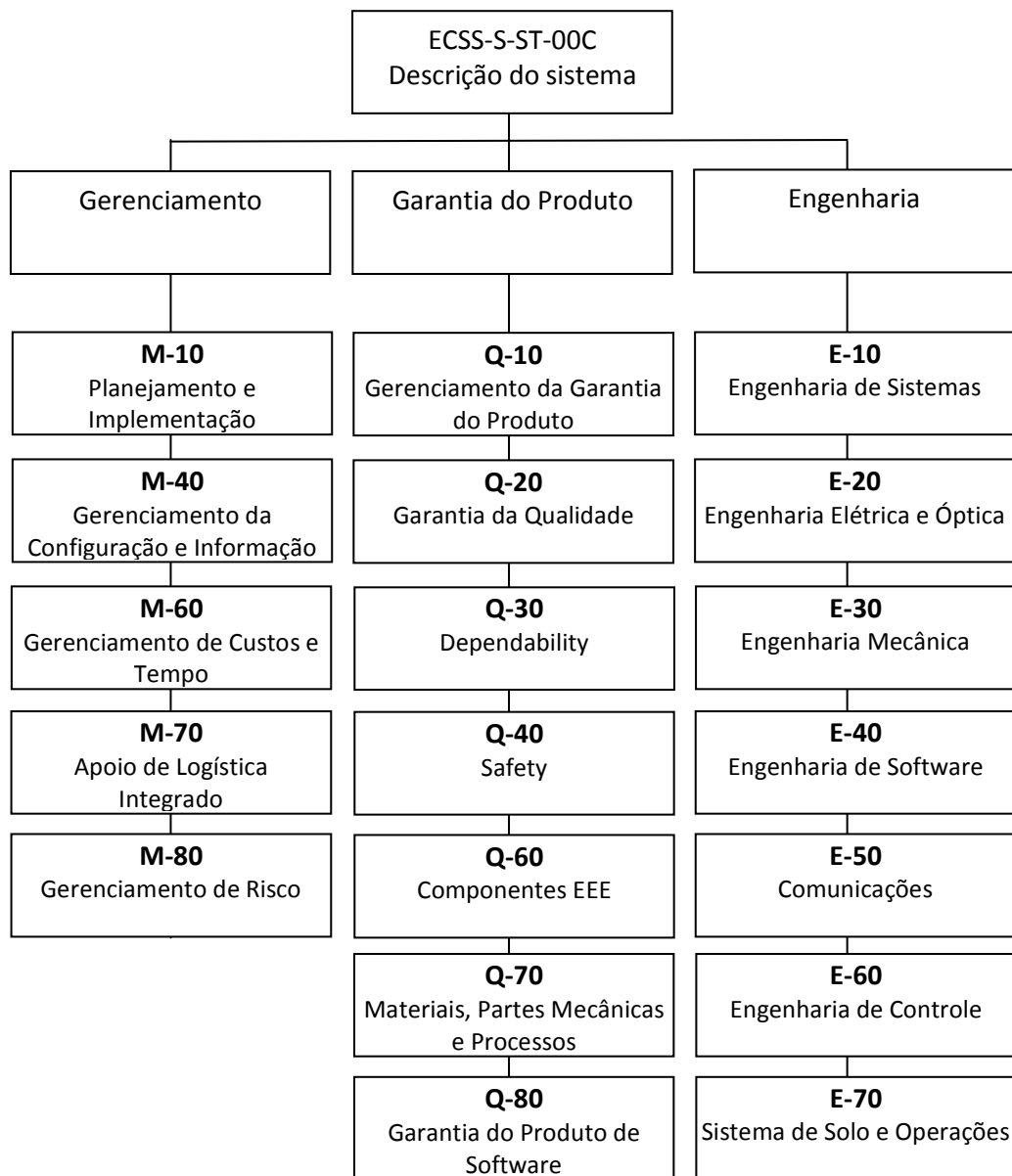


Figura 1 – Grupos de processos distribuídos nas categorias Gestão, Qualidade e Engenharia – ECSS, 2010

A fabricação de hardware de voo na área espacial se dá, exclusivamente, via processos de fabricação qualificados. Um processo qualificado é definido como aquele cuja “... execução, independentemente da necessidade ou não de intervenção direta de mão-de-obra, produz sempre o mesmo resultado, resultado este que atende a requisitos pré-estabelecidos, advindos tanto de normas para a área espacial quanto do projeto onde será utilizado...” (Gondo e Perondi, 2010a). A necessidade de que todos os processos sejam qualificados advém da necessidade de que haja total repetibilidade na fabricação de um dado equipamento – o modelo de voo deve ser uma reprodução, a mais próxima possível, do modelo de qualificação, para que se atinjam os níveis de confiabilidade especificados para o produto.

Neste trabalho, buscar-se-á apresentar uma classificação para os processos técnicos utilizados na área espacial, bem como discutir o seu encadeamento em fluxogramas de fabricação de equipamentos.

A Seção 2 apresenta a definição de processo técnico na área espacial, juntamente com exemplos. A Seção 3, por sua vez, apresenta uma proposta de classificação para processos técnicos, enquanto que a Seção 4 é dedicada a uma apresentação sobre fluxogramas de fabricação. Finalmente, a Seção 5 apresenta o sumário e as conclusões.

2 Processos técnicos na área espacial

Fabricação pode ser definida como a aplicação de processos diversos a um conjunto de partes mecânicas, materiais e partes EEE (elétrico, eletrônico e eletromecânico) de modo a produzir um equipamento, um produto intermediário ou mesmo um sistema. No que se segue, partes mecânicas serão referidas pelo termo “partes” e partes EEE serão referidas pelo termo “componentes” e equipamentos ou produtos intermediários por “equipamento”. O esforço de fabricação inclui todos os processos intermediários necessários à produção e integração dos componentes de um equipamento. Assim, em sua acepção mais ampla, fabricação envolve atividades inter-relacionadas que incluem projeto (design) do produto, seleção de partes e materiais, definição e qualificação de processos de fabricação, produção, testes e integração. Estas atividades podem ser organizadas em processos, os quais são, genericamente, designados por processos técnicos. Uma classificação para os processos técnicos, comuns no âmbito da área espacial, é proposta na Tabela 4.

	Identificador	Categoria	Descrição
Processos técnicos	1000	Processos de fabricação	Definem os processos elementares, ou processos unitários, para a fabricação e montagem de partes elementares.
	2000	Projeto (<i>design</i>)	Metodologias de projeto que atendam requisitos, tais como margens, confiabilidade, redundâncias, qualidade, entre outros.
	3000	Processos de seleção de partes e materiais	Definem metodologias para a seleção de partes e materiais, que atendam requisitos conforme projeto e regras de qualidade do programa.
	4000	Qualificação de processos	Definem as atividades a serem desenvolvidas para demonstrar que processos, em geral processos de fabricação, atendem requisitos pré-estabelecidos, com repetibilidade.
	5000	Processos de produção	Definem atividades a serem desenvolvidas para a produção, a qual realizar-se-á segundo diagramas de fabricação e atendendo regras de qualidade; exemplo: fluxo de fabricação de um produto em uma dada planta. São fluxogramas do processo sobrescritos na planta aonde será realizado o processo, permitindo-se visualizar formas para minimizar o espaço a ser percorrido tanto pelo produto como pelos operadores.
	6000	Processos de montagem	Definem atividades a serem realizadas para a montagem de equipamentos ou produtos intermediários.
	7000	Processos de teste	Definem atividades a serem realizadas para testes de verificação e validação, em nível de equipamento, subsistema e sistema.
	8000	Processos de integração	Definem atividades a serem realizadas para a integração em nível de subsistema e sistema.

Tabela 4 – Proposta de classificação de *processos técnicos* na área espacial.

Assim, neste exercício, propõem-se 8 categorias para a classificação dos processos na área espacial. A primeira, (1000), identifica os processos de fabricação, a segunda, (2000), os processos de projeto, e assim por diante.

A decomposição da fabricação de um equipamento em processos de fabricação elementares envolve algum grau de subjetividade. Em geral, um processo de fabricação elementar, ou processo unitário, como designado por alguns autores (UMPRC, 1995), é definido como um conjunto de operações inter-relacionadas que cumprem uma parte do escopo total da fabricação de um equipamento. Assim, para um dado equipamento, pode ser dito que a soma do escopo de todos os processos unitários de fabricação é igual ao escopo total da fabricação deste equipamento.

Em todo projeto, uma vez definidos os equipamentos a serem fabricados, definem-se todos os diagramas de fabricação. Cada diagrama de fabricação conterá, normalmente, um grande número de processos, os quais deverão estar identificados para diversas finalidades, como por exemplo, status de qualificação, definição de seqüência de fabricação, entre outros. A seguir, apresentamos uma proposta de classificação destes processos.

3 Proposta de classificação dos processos unitários utilizados na área espacial

O número de processos unitários é proibitivamente grande para que se efetue uma lista completa destes. Neste artigo, propõe-se a utilização de um esquema de classificação originalmente proposto por Todd e colaboradores (Todd, 1994), em que processos unitários de fabricação são categorizados conforme as alterações produzidas sobre os materiais de entrada do processo, segundo uma hierarquia que se inicia com alterações de forma e alterações de massa. A Figura 2 e a Figura 3 apresentam, respectivamente, os primeiros níveis desta classificação e um exemplo de continuação da classificação, no caso, o ramo derivado da classificação “Desbaste mecânico (1111)”. O desenvolvimento completo desta classificação será objeto de futura publicação.

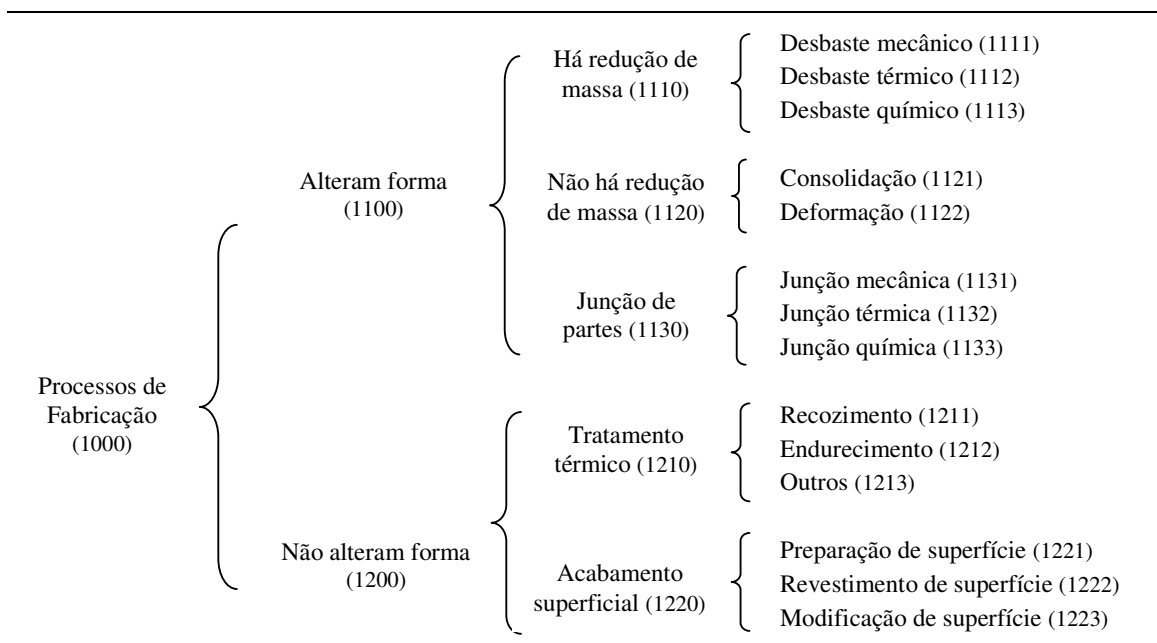


Figura 2 – Proposta de classificação de processos unitários de fabricação (Fonte: Adaptado de Todd, 1995).

Uma vez definido o esquema de classificação, o próximo passo passa a ser a definição do esquema de identificação. No presente exercício, o identificador de um processo, em sua forma mais simples, poderia ser dado por xxxx.yyy, onde xxxx e yyy referem-se aos identificadores do processo nas Figuras 2 e 3, respectivamente. Por exemplo, o processo “Retífica” teria o identificador “1111.131”. Em uma forma mais elaborada, o identificador poderia, por exemplo, ter o formato apresentado na Figura 4.

A agregação de outros campos, além do identificador advindo da classificação do processo (xxxx.yyy), poderia se dar a partir de requisitos específicos do ambiente em que o sistema de identificação seria utilizado.

Os modelos de identificação apresentados acima se referem a uma identificação “genérica” dos processos. Em um dado projeto, conforme requisitos de gestão da qualidade, todos os processos utilizados na fabricação de equipamentos devem ser listados e, após a revisão de qualificação, devem, obrigatoriamente, ter o status de qualificado. Sendo comum a adequação e o ajuste de processos de um projeto para outro, é normal que, para cada projeto, ocorra uma “especialização” (ou instanciamento) de processos “genéricos”. Por exemplo, em um dado projeto, identificado pelo acrônimo CBE, a identificação de processos de fabricação poderia adquirir o formato CBE-Q-xxxx.yyy-ppp-nnnn-vvv, em que a designação Q para o campo SQ poderia indicar que o processo apresenta o status de qualificado. No início do projeto, porém, este campo poderia ter um identificador, por exemplo, NQ, indicando que este processo ainda não se encontra qualificado, ou que deverá ser objeto de adequação ou ajuste para o projeto em questão. A adição de um campo identificando o status de qualificação, como exemplificado aqui, poderia ser de grande utilidade para a identificação do status da configuração de um projeto.

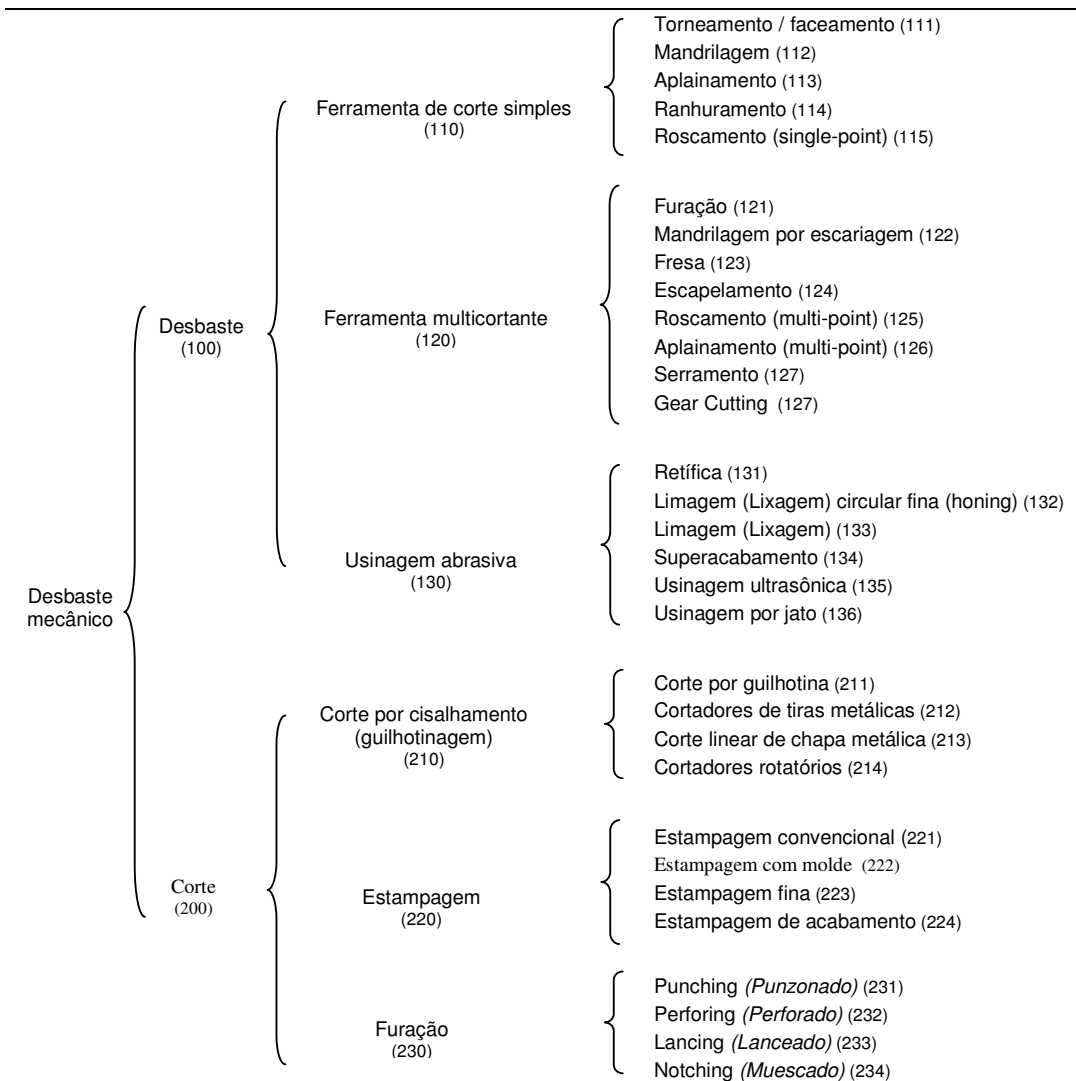


Figura 3 – Classificação de processos unitários de fabricação relativo ao ramo “Desbaste mecânico (1111)”, apresentado na Figura 2 (Fonte: Adaptado de Todd, 1995).

Uma vez definidos os esquemas de classificação e identificação, os processos utilizados em projetos do programa espacial poderiam ser organizados em um banco de processos. Uma proposta de estrutura para o banco de processos e possíveis utilizações deste banco serão objetos de futura publicação.

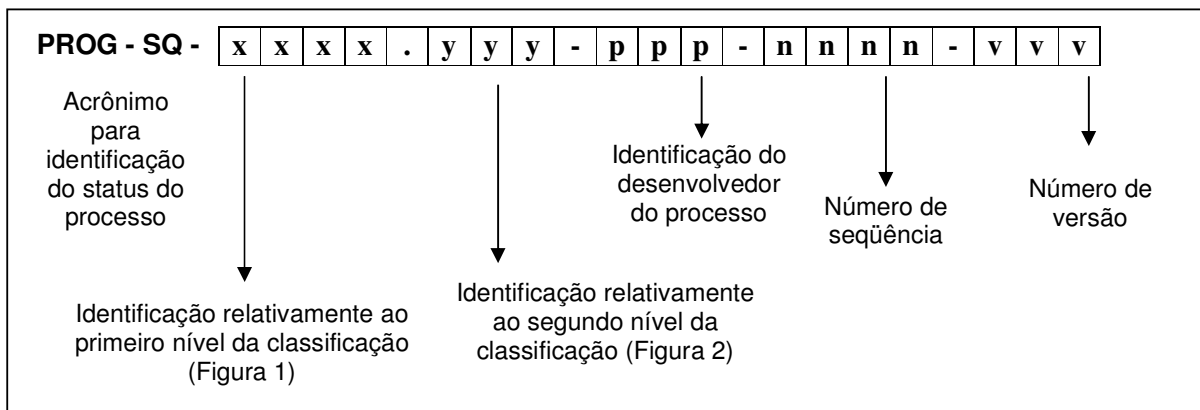


Figura 4 – Exemplo de possível esquema para identificação de processos.

4 Banco de processos e fluxogramas de fabricação

Em artigo anterior, foram apresentadas as diretrizes para o tratamento de processos em um projeto conforme o Padrão ECSS-Q-ST-70C (ECSS, 2009), tanto no que concerne aos passos envolvidos na qualificação de um processo, quanto ao tratamento e classificação de processos no âmbito da gestão da configuração de um projeto (Gondo e Perondi, 2010). Neste artigo, além de propostas de classificação e identificação de processos técnicos, busca-se, também, apresentar uma proposta para o conjunto de informações que definem um processo de fabricação, bem como explorar alternativas de simbologia para a composição de fluxogramas de fabricação de equipamentos.

4.1 Banco de processos

Assim como a definição de processo tem sido discutida por diversos autores (Gonçalves, Davenport, Oliveira, Carpinetti), o modelamento e a definição das informações que caracterizam um processo tem sido objeto de muitos trabalhos (Oliveira, Paim et al). Em uma primeira abordagem, um processo unitário de fabricação apresenta como elementos principais, para sua caracterização e definição, os seguintes: entradas (partes, materiais, e outros), saídas (elemento discernível de um equipamento), requisitos (relativos a: entradas, saída do processo, safety, ambiente, operadores e outros), ferramental necessário à implementação do processo (dispositivos e outros), necessidades de infra-estrutura (espaço físico, condições ambientais, máquinas e outros) e a descrição detalhada de procedimentos para a execução do processo (passo-a-passo). A Tabela 5 apresenta um quadro-resumo das informações associadas a um processo.

No âmbito de um banco de dados para processos, as informações associadas a cada processo registrado no banco poderiam incluir, além das informações de caracterização e definição do processo, informações subsidiárias, tais como: status de qualificação, relatório de qualificação, período de validade da qualificação, projetos em que o processo foi utilizado, quadro-resumo de relatório de problemas (waivers e desvios), alertas emitidos, plano de qualificação e outras.

<i>Elementos de um processo (caracterização e definição)</i>	
Requisitos de	Entradas, produto (saídas), safety, ambiente, operadores e outros.
Entradas	Partes, materiais, e outros.
Ferramental	Dispositivos, adaptadores e outros
Infraestrutura	Condições ambientais, máquinas
Procedimentos	Descrição detalhada de todos os procedimentos necessários à execução do processo – reprodutibilidade.
Saídas	Elemento discernível de um equipamento.

Tabela 5 – Principais elementos para caracterização e definição de um processo.

4.2 Fluxograma de fabricação

O fluxograma de fabricação é uma ferramenta que fornece uma visão geral das partes, materiais e processos intervenientes na fabricação de um equipamento. Seu objetivo principal é documentar o fluxo de manufatura, sem detalhar as operações e atividades que compõem cada processo. O fluxograma provê uma visão global, fornecendo uma representação visual do fluxo de fabricação através dos diversos departamentos e funções, de forma a possibilitar o planejamento da fabricação de um equipamento, independentemente de sua complexidade. Através da visualização completa do processo, melhorias tornam-se visíveis, tais como eliminação de operações redundantes e aprimoramentos na seqüência de processos. O fluxograma de fabricação apresenta as matérias primas utilizadas, os insumos e indica os procedimentos de cada operação, inspeção e ensaio realizados na ordem em que serão aplicados às entradas de forma a mostrar o fluxo do produto durante sua fabricação. Para esta representação propomos a utilização dos símbolos apresentados na Tabela 6.















Símbolo	Nome do símbolo	Descrição do símbolo
	Processo	Este símbolo representa a execução de qualquer operação.
	Processo Pré definido	Este símbolo representa uma ou mais operações ou passos já especificados numa sequência, por exemplo, uma sub-rotina ou processo.
	Dados	Este símbolo representa entradas e saídas de dados.
	Preparação	Este símbolo representa a organização ou arranjos necessários para iniciar as atividades.
	Decisão	Este símbolo representa uma decisão, onde no mínimo duas saídas são possíveis.
	Conector	Este símbolo representa uma saída ou entrada dentro para outra parte do mesmo fluxograma.
	Terminador	Este símbolo representa o início do fluxograma, ou entrada ou saída de uma sub-rotina ou fim do processo.
	Emissão de documento	Este símbolo representa emissão de documento impresso.
	Exibição	Este símbolo representa saídas visuais para as pessoas, por exemplo, vídeos ou indicadores.
	Entrada Manual	Este símbolo representa a entrada manual de dados.
	Armazenagem	São os pontos em que a matéria prima ou o equipamento devem ser estocados.
	Inspecção	São os pontos de inspeção.
	Atraso	Pode indicar um atraso, um período de espera ou estrangulamento
	Aquisição	Compra dos materiais.

Tabela 6 – Proposta de simbologia a ser usada na elaboração de um fluxograma. Os símbolos aqui propostos constituem-se numa adaptação entre aqueles propostos pelos Padrões: ANSI (ANSI,1971), ASME (ASME,1952), ISO (ISO,1985) e ECMA (ECMA, 1966)

O exemplo na Figura 5 apresenta um fluxograma de fabricação bastante simples, mas suficientemente completo para ilustrar a utilização dos principais elementos constituintes de um fluxograma de fabricação. Este tipo de representação pode ser utilizado para descrever esquematicamente a fabricação de qualquer produto, proporcionando visibilidade a todos os elementos intervenientes na fabricação, desde a identificação das matérias primas e insumos, passando pelas inspeções de recebimento e processos utilizados, até as inspeções finais sobre o produto. O fluxograma pode ser enriquecido com diversas informações, como, por exemplo, a duração do tempo de cada atividade, ilustrada neste exemplo pelo conjunto alfanumérico “30d”, que representa 30 dias, ou ½d que representa metade de um dia. Fluxogramas de fabricação, suplementados por descrições de processos organizadas em um banco de dados, podem prover informações suficientemente completas para que um ou vários operadores executem todas as atividades necessárias à fabricação de um produto.

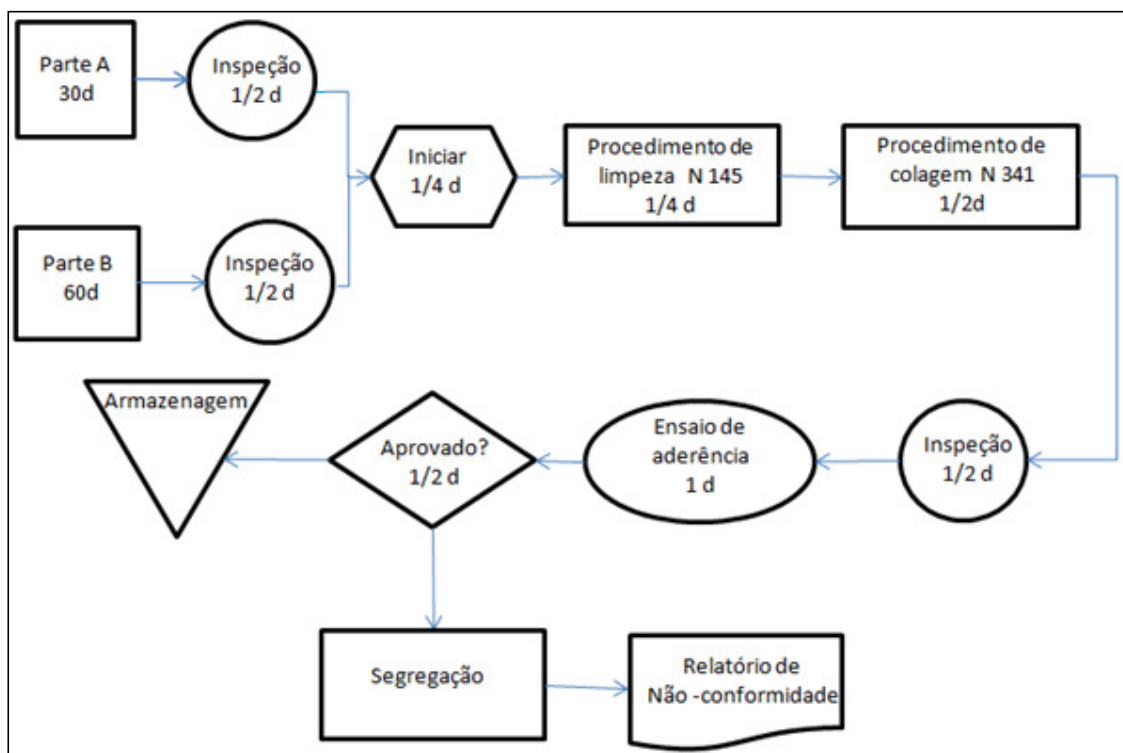


Figura 5 – Exemplo de um fluxograma para a colagem de duas partes. São apresentados os tempos para a execução de cada processo.

5 Sumário e conclusões

Conforme a visão moderna de sistemas de produção, projetos podem ser vistos como um conjunto encadeado de processos. Os processos podem ser classificados em processos de gestão e processos técnicos. Processos de fabricação, tais como colagens, soldas e limpezas de partes constituem-se em exemplos de processos técnicos. A fabricação de hardware de voo na área espacial se dá, exclusivamente, via processos de fabricação qualificados. Neste trabalho, em sua primeira parte, foi apresentada uma proposta de classificação e identificação de processos técnicos utilizados na área espacial. Em sua segunda parte, foi discutida a relevância de fluxogramas de fabricação para a descrição esquemática da fabricação de produtos e apresentada uma proposta de simbologia a ser utilizada no desenvolvimento de tais diagramas.

O estabelecimento de um sistema de classificação de processos e de um banco de dados de processos constitui-se em importante instrumento para que se estabeleça, sistematicamente, um histórico de processos utilizados, que armazene informações úteis tanto para o uso recorrente de processos, como para o registro de problemas que um dado processo possa ter apresentado relativamente a material, procedimento, mão de obra, ou outras variáveis. Tais bancos de dados provêm as informações necessárias para que se promovam correções de processos e se implemente uma sistemática de melhoria contínua de processos. Permitem, também, que se conheça, *a posteriori*, a configuração exata de cada processo técnico utilizado na fabricação de equipamentos, tanto de projetos correntes quanto do de projetos já realizados.

Constituem-se em informações típicas, que poderiam ser armazenadas em um banco de dados de processos, as seguintes: a descrição do procedimento (passo-a-passo), materiais, partes mecânicas e componentes utilizados, empresa executora, condições de processo, resultados de ensaios obtidos e outras necessárias a uma caracterização detalhada do processo. Além desta parte descritiva do processo, é fundamental, também, que o banco contenha uma seção de “lições aprendidas”, com informações tais como as missões em que cada processo foi utilizado e eventuais problemas reportados no uso de cada processo. Uma descrição mais detalhada da estrutura de um banco de dados de processos será objeto de futura publicação.

Em novos projetos, utilizando-se o banco de processos, pode-se, com antecedência, aferir se um processo já foi ou não utilizado para determinado uso, se causou ou não problemas prévios em condições de uso semelhantes à prevista para a missão, ou ainda se já foi ou não objeto de correções. Desta forma, previamente, pode ser avaliada a sua substituição ou melhoria, ou ainda pode-se estimar se uma dada empresa executora já possui ou

não a experiência requerida, em termos de processos *in-house*, para a fabricação de um dado equipamento. Aplicações nesta última linha poderiam, por exemplo, ser utilizadas na avaliação do risco de contratação de empresas executoras para fabricação de um dado equipamento ou produto.

Um fluxograma de fabricação bem elaborado, suplementado por um banco de processos, permite que se acompanhe a fabricação de um produto, mostrando aspectos como a aquisição das matérias primas, inspeções de recebimento, procedimentos, inspeções, ensaios, estoque e segregação de produtos.

Com as contribuições do uso bancos de dados de processos e de fluxogramas de fabricação, viabiliza-se a gestão da fabricação de produtos complexos com grande confiabilidade.

Bibliografia

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR ISO 9004-2000 – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho – Dez 2000

American National Standard Institute (ANSI), ANSI X3.6-1970, ANSI Flowchart Symbols and their Usage in Information Processing, ANSI, Nova Iorque, 1971

American Society of Mechanical Engineers (ASME), ASME standard: operation and flow process charts, 1947, New York [1947, reprinted 1952]

BARBARÁ S., “Gestão por Processos” Qualitymark Editora Ltda., 2008.

CARPINETTI, L.C.R, MIGUEL, P.A.C., GEROLAMO, M.C., Gestão da Qualidade – ISO 9001:2000 – Princípios e requisitos, Editora Atlas, São Paulo, 2009.

DAVENPORT, T. H. “Putting the Enterprise into the Enterprise System,” Harvard Business Review, July-August, 1998.

European Computer Manufacturers Association (ECMA), Standard ECMA-4 Flow Charts, second edition, September 1966.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS), ECSS-Q-ST-70C Space Product Assurance – Materials, mechanical parts and process, ECSS Secretariat, ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, 2009.

EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION (ECSS), CD-ROM Release Note Issue 1.2, Release Note for ECSS standards CD-ROM, ECSS Secretariat, ESA–ESTEC, Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, p.05, 2010.

GONÇALVES, J. E. L. As empresas são Grandes Coleções de Processos. RAE - Revista de Administração de Empresas/EAESP/ FGV. São Paulo, vol. 40, no 1, 2000.

Gondo, S.M.H, Perondi L. F., Controle De Processos de Fabricação na Área Espacial, p.3, 2010.

International Organisation for Standardisation (ISO), ISO 5807-1985 (E) Information processing -- Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts.

OLIVEIRA, S.B., “Análise, Modelagem e Documentação de Processos”, em “Gestão por Processos”, Ed. Saulo Barbará de Oliveira, Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 2006.

Paim R., Cardoso V., Caulliriaux H., Clemente R., “Gestão de Processos”, Artmed® Editora S. A., 2009.

Project Management Institute (PMI), Project Management Body of Knowledge PMBOK, Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK), Project Management Institute, Inc 3ª edição 2004.

Smith, A., A Riqueza das Nações: Uma Investigação sobre a natureza e as Causas da Riqueza das Nações, Madras Editora Ltda., São Paulo, p. 15, 2009.

Taylor, F.W., The Principles of Scientific Management, New York, NY, USA and London, UK, Harper & Brothers, 1911.

Todd R. H., Allen D.K., Alting L., Fundamental Principles of Manufacturing, Industrial Press Inc., 1994.

Unit Manufacturing Processes (UMPRC), Issues and Opportunities in Research, Unit Manufacturing Process Research Committee, Commission on Engineering and Technical Systems, National Research Council, National Academy Press, p.19, Washington, D.C. 1995.