



CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UMA ABORDAGEM DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Me. Thays Josyane Perassoli Boiko, GP GEPPGO, Engenharia de Produção Agroindustrial, Fecilcam, thaysperassoli@bol.com.br
Lucas Tharcízio de Abreu Tsujiguchi IC-Fecilcam/Fundação Araucária, GP GEPPGO, Engenharia de Produção Agroindustrial, Fecilcam, l.tsujiguchi@hotmail.com
Fernando William Rodrigues Varolo IC-Fecilcam/Fundação Araucária, GP GEPPGO, Engenharia de Produção Agroindustrial, Fecilcam, fernandovarolo@hotmail.com

1. Introdução

Cada Engenharia tem um diferente foco de atuação, sendo que é sobre este foco que os engenheiros desempenham suas competências.

O foco da Engenharia de Produção, segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2001), são os Sistemas de Produção, bem como os bens e/ou serviços produzidos nestes Sistemas.

A classificação dos Sistemas de Produção permite, por parte dos profissionais da Engenharia de Produção, o melhor entendimento do Sistema de Produção observado, o estabelecimento de relações entre as características do Sistema, a seleção de ferramentas de análise, o entendimento de problemas típicos e suas soluções particulares, bem como a seleção de técnicas de Planejamento, Programação e Controle da Produção, Controle da Qualidade do Processo, Gestão de Fornecedores, Gestão da Demanda e Gestão da Distribuição, por exemplo.

No entanto, existe uma enorme divergência entre os autores, que tratam de alguma forma de Sistemas de Produção, quanto às possíveis maneiras de classificá-los.

Assim, realizou-se uma pesquisa cujo objetivo foi propor uma abordagem de Classificação de Sistemas de Produção, do ponto de vista de Engenharia de Produção, que é relatada neste artigo.

O artigo está estruturado em seis partes. Na primeira, a pesquisa é contextualizada e seu objetivo apresentado. Em seguida, tem-se o referencial teórico da pesquisa. Na parte 3, está a descrição da metodologia da pesquisa e na parte 4, a revisão de literatura realizada. Em seguida, apresenta-se a abordagem proposta para a Classificação de Sistemas de Produção sob o ponto de vista da Engenharia de Produção. Por fim, estão as considerações finais.



2. Referencial Teórico

Para a proposição da abordagem de Classificação de Sistemas de Produção sob o ponto de vista da Engenharia de Produção, utilizou-se como referencial teórico a Teoria Geral de Sistemas (definição de sistemas, aspectos dos sistemas, níveis de um sistema), a definição de Produção, a definição e os elementos constituintes dos Sistemas de Produção.

2.1. Teoria Geral de Sistemas

2.1.1. Evolução Histórica

No século XVIII, período da Revolução Industrial e do avanço da física, mecânica e da matemática, a interpretação da sociedade se dava através de um modelo mecânico de interpretação social. No modelo mecânico, tudo na sociedade é visto, interpretado como se fosse uma máquina.

Com os progressos da biologia, a sociedade passa a ser interpretada através do modelo orgânico de interpretação social. O modelo orgânico baseia-se no princípio da mútua dependência das partes e do todo com o meio externo como um organismo vivo, isto chama-se Enfoque de Sistemas, que é o princípio da Teoria Geral de Sistemas (OLIVEIRA, 2008 e OLIVEIRA, 2009).

A Teoria Geral de Sistemas leva à definição de sistemas, a descrição de seus elementos e ao entendimento de seus aspectos e níveis (OLIVEIRA, 2008 e OLIVEIRA, 2009).

2.1.2. Definição de Sistema

Um sistema pode ser definido, conforme Chiavenato (1983) e Ballestero-Alvarez (1990), como um conjunto de partes (ou elementos ou órgãos) interagentes e interdependentes, ou seja, dinamicamente inter-relacionados, que, juntos, formam um todo unificado, e que efetuam uma atividade ou função para atingir um ou mais objetivos ou propósitos (finalidade do sistema).

Os sistemas são compostos de entradas (*inputs*), processo de transformação, saídas (*outputs*) e de um subsistema de retroalimentação/realimentação/*feedback* sobre todo o sistema.

Ao se estudar um sistema, deve ser estabelecido qual o sistema a ser considerado, ou seja, o foco de estudo: uma empresa como um todo; um procedimento; um setor da empresa; o corpo humano; um órgão do corpo humano.

Os sistemas são formados de sub-sistemas e fazem parte de um sistema maior, denominado ambiente, meio ambiente, meio externo, meio ou entorno do sistema.

2.2. Produção

Muitas são as maneiras possíveis de se definir Produção:

- i) “Criação de bens e serviços capazes de suprir as necessidades econômicas do homem.” (AURÉLIO);
- ii) “Ato ou efeito de produzir, criar, gerar, elaborar, realizar.” (AURÉLIO);
- iv) “Em uma organização fabril, produção é a fabricação de um objeto material, mediante a utilização de mão-de-obra, materiais e equipamentos; já em uma prestadora de serviços, produção é o desempenho de uma função que tenha alguma utilidade.” (MAYER Apud RUSSOMANO, 2005, p. 5).

Em termos dos Sistemas de Produção, a definição que mais se adequa é a de Mayer Apud Russomano (2005).

2.3. Sistemas de Produção

2.3.1. Definição

Um Sistema de Produção pode ser definido como um “conjunto de atividades inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou de serviços.” (MOREIRA, 2000, p. 8).

2.3.2. Elementos Constituintes

Os Sistemas de Produção convertem insumos (entradas), através de um subsistema de conversão/transformação em produtos e/ou serviços, possuindo um subsistema de controle, como é possível visualizar na Figura 1, adaptada de Moreira (2000).

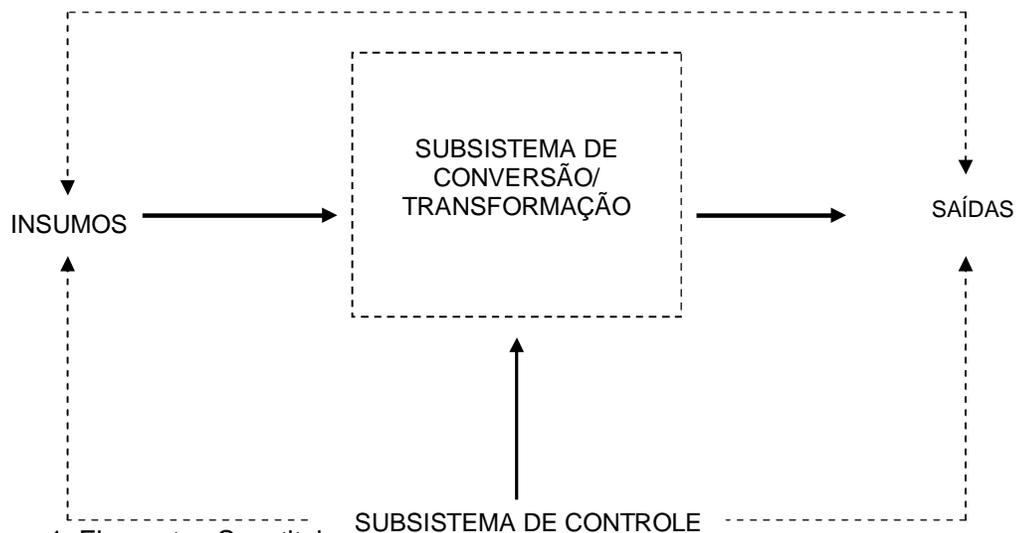


Figura 1. Elementos Constituintes

Conforme é possível visualizar na Figura 1, os Sistemas de Produção são compostos de quatro subsistemas, a seguir detalhados, conforme Gaither; Frazier (2002) e Slack; Chambers; Johnston (2002):

1) **INSUMOS**: recursos a serem transformados diretamente em produtos e que são classificados em três categorias gerais:

- a) **insumos externos** - possuem caráter de informação e fornecem dados sobre as condições externas ao sistema de produção, tais como informações sobre: política; legislação; economia; sociedade; tecnologia;
- b) **insumos de mercado** - também possuem caráter de informação, no entanto, fornecem informações sobre: concorrência; produtos; desejos dos clientes;
- c) **insumos primários/recursos primários** - são os insumos que sustentam diretamente a produção e a entrega de bens e serviços, podendo ser públicos ou não, tais como: Recursos Físicos – Máquinas, Equipamentos, Matérias – primas, Recursos Energéticos e Recursos Naturais; Recursos Humanos; Recursos Econômicos - Financeiros;

2) **SUBSISTEMA DE CONVERSÃO/TRANSFORMAÇÃO**: é o subsistema que transforma os insumos em produtos finais e está diretamente ligado ao tipo de entradas a serem transformadas, podendo ser de:

- a) **processamento de materiais**:
 - i) Transformar - transformam a propriedade física dos materiais, como: forma; composição ou características (como nas manufaturas e nas minerações);
 - ii) Mudar a localização - serviços de transporte de cargas e encomendas;



- iii) Mudar a posse ou a propriedade - serviços de troca;
 - iv) Acomodar ou estocar - serviços de armazenagem;
 - b) **processamento de informações:**
 - i) Transformar - transformam as propriedades informativas, ou seja, a forma da informação (como fazem os contadores);
 - ii) Mudar a localização – serviços de telecomunicações;
 - iii) Mudar a posse ou a propriedade - (como nas empresas de pesquisa de mercado);
 - iv) Acomodar ou estocar - (como nos arquivos e bibliotecas);
 - c) **processamento de consumidores:**
 - i) Transformar - transformam as propriedades físicas (como os cabeleireiros e os cirurgões plásticos); o estado fisiológico (como os hospitais), e/ou; o estado psicológico (como os serviços de entretenimento, tais como música, teatro, cinema, parques temáticos);
 - ii) Mudar a localização - serviços de transporte de pessoas;
 - iii) Acomodar ou estocar (como nos hotéis);
- 3) SUBSISTEMA DE CONTROLE - conjunto de atividades que visa assegurar que programações sejam cumpridas, que padrões sejam estabelecidos, que recursos estejam sendo usados de forma eficaz e que a qualidade desejada seja obtida;
- 4) SAÍDAS: se dão de duas formas:
- a) **produtos diretos** - são os produtos que geram as receitas do sistema, estes podem ser: os bens (produtos tangíveis); os serviços (produtos intangíveis), ou; ambos;
 - b) **produtos indiretos** – correspondem aos: impostos; impacto ambiental (poluição, efluentes e lixo); remunerações e salários; desenvolvimento tecnológico; impactos sobre os empregados e sobre a sociedade.

Os elementos constituintes dos Sistemas de Produção afetam diretamente a Classificação de Sistemas de Produção.

3. Metodologia

A pesquisa classifica-se quanto aos fins como descritiva e metodológica e, quanto aos meios, como bibliográfica.

A pesquisa classifica-se como metodológica, pois uma abordagem de classificação é proposta.



A revisão de literatura foi realizada no portal de periódicos da Capes e nos Anais dos dois principais eventos de Engenharia de Produção (ENEGEP e SIMPEP).

Para propor uma Classificação de Sistemas de Produção sob o ponto de vista da EP baseou em Fogarty *et al.* (1991), Maccarthy; Liu (1993), Stahlberg Filho in Batalha (1997), Moreira (2000), Tubino (2000), Perales (2001), Gaither; Frazier (2002), Slack; Chambers; Johnston (2002) e Lustosa *et al.* (2008).

4. Revisão de Literatura

Na revisão de literatura realizada encontrou-se apenas um trabalho cujo objetivo é classificar os Sistemas de Produção sob o ponto de vista da Engenharia de Produção (PERALES, 2001).

Perales (2001) realizou, com o objetivo de simplificar o aprendizado em sua experiência como professor, uma revisão de literatura em livros de diversos autores, buscando levantar a classificação de Sistema de Produção (SP) por eles adotada. A classificação de Sistemas de Produção de cada autor é descrita. Posteriormente, baseando-se na Teoria de Sistemas, apresenta um modelo de classificação de Sistema de Produção, a partir das relações entre os elementos do sistema. Desta forma, ele classifica os sistemas analisando as entradas, analisando o processo de transformação e analisando as saídas. Ele conclui que, embora algumas classificações sejam mais importantes que outras, quando o objetivo é escolher a ferramenta teórica ou técnica que pode ser aplicada em determinado Sistema de Produção, a compreensão global das diversas classificações não deixa de ser uma fonte de reflexão que pode levar à assimilação de outros conhecimentos com maior facilidade.

Encontrou-se também o trabalho de Raposo; Rebelo (2007), no entanto, o objetivo deste trabalho foi analisar o Sistema de Produção de uma empresa, sob a ótica do Planejamento e Controle da Produção. Uma classificação bem simplificada de Sistema de Produção é apresentada no referencial teórico.

5. Abordagem para a Classificação de Sistemas de Produção do ponto de vista de Engenharia de Produção

Propõem-se classificar os Sistemas de Produção conforme os Insumos, o Subsistema de Conversão/Transformação e conforme os Produtos Diretos dos Sistemas.

Os Tipos de Classificação de Sistemas de Produção conforme os Insumos do Sistema de Produção são apresentados no Quadro 1.



TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA
QUANTO AOS RECURSOS A SEREM TRANSFORMADOS	1. Sistemas predominantemente processadores de materiais;
	2. Sistemas predominantemente processadores de informação;
	3. Sistemas predominantemente processadores de consumidores.

Quadro 1. Classificação de Sistemas de Produção conforme os Insumos

Os Tipos de Classificação de Sistemas de Produção conforme o Subsistema de Conversão/Transformação dos Sistemas de Produção são apresentados no Quadro 2.

TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA	SUB-CLASSIFICAÇÃO
QUANTO À AÇÃO PRINCIPAL NO SUBSISTEMA DE CONVERSÃO/TRANSFORMAÇÃO	1. Sistemas que transformam as propriedades físicas;	-----
	2. Sistemas que transformam as propriedades informativas;	-----
	3. Sistemas que mudam a posse ou a propriedade;	i) Sistemas que mudam a posse ou a propriedade de materiais; ii) Sistemas que mudam a posse ou a propriedade de informações.
	4. Sistemas que mudam a localização;	i) Sistemas que mudam a localização de materiais; ii) Sistemas que mudam a localização de informações; iii) Sistemas que mudam a localização de consumidores.
	5. Sistemas que estocam ou acomodam;	i) Sistemas que estocam ou acomodam materiais; ii) Sistemas que estocam ou acomodam informações; iii) Sistemas que estocam ou acomodam consumidores.
	6. Sistemas que mudam o estado psicológico ou fisiológico.	-----
QUANTO AO AMBIENTE DE PRODUÇÃO (Posicionamento do Produto)	1. Sistemas <i>Make-to-stock</i> (MTS);	-----
	2. Sistemas <i>Assemble-to-order</i> (ATO);	-----
	3. Sistemas <i>Make-to-order</i> (MTO);	-----
	4. Sistemas <i>Engineer-to-order</i> (ETO).	-----

Quadro 2. Classificação de Sistemas de Produção conforme o Subsistema de Conversão/Transformação (Continua...)



TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA	SUB-CLASSIFICAÇÃO
QUANTO AO POSICIONAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO (Tipos de Processos de Produção)	1. Sistemas Máquinas Únicas;	-----
	2. Sistemas Máquinas Paralelas;	-----
	3. Sistemas <i>Flow Shop</i> : 3.1 Sistemas <i>Flow Shop Permutacional</i> 3.2 Sistemas <i>Flow Shop</i> com Máquinas Múltiplas	i) Sistemas por Produção Contínua (Processos por Produção Contínua ou Processo Contínuo); ii) Sistemas em Linhas (Produção em Massa): Linhas de Produção, Linhas de Montagem e Linhas de Abate; ii.1) Processos por fluxo repetitivo dedicado; ii.2) Processos para <i>mix</i> de produtos; iii) Sistemas por Batelada (<i>Batch</i>).
	4. Sistemas <i>Job Shop</i> : 4.1 Sistemas <i>Job Shop</i> com Máquinas Múltiplas	-----
	5. Sistemas <i>Open Shop</i> ;	-----
	6. Sistemas Por Projeto.	-----
QUANTO AO FLUXO NO SUBSISTEMA DE CONVERSÃO/TRANSFORMAÇÃO	1. Fluxo Contínuo;	i) Sistemas Máquinas Únicas; ii) Sistemas Máquinas Paralelas; - Sistemas <i>Flow Shop</i> : iii) Sistemas por Produção Contínua.
	2. Fluxo Intermitente;	i) Sistemas Máquinas Únicas; ii) Sistemas Máquinas Paralelas; - Sistemas <i>Flow Shop</i> : iii) Sistemas em Linhas: iii.1) Processos por fluxo repetitivo dedicado; iii.2) Processos para <i>mix</i> de produtos; iv) Sistemas por Batelada (<i>Batch</i>). v) Sistemas <i>Job Shop</i> ; vi) Sistemas <i>Open Shop</i> .
	3. Fluxo Misto;	Ambos.
	4. Fluxo Por Projeto.	i) Sistemas Por Projeto.
QUANTO AO GRAU DE CONTATO COM O CONSUMIDOR	1. Sistemas com alto grau de contato com o consumidor ou Sistemas Linha de Frente;	-----
	2. Sistemas com baixo grau de contato com o consumidor; ou Sistemas Retaguada.	-----

Quadro 2. Classificação de Sistemas de Produção conforme o Subsistema de Conversão/Transformação (Fim.)

Os Tipos de Classificação de Sistemas de Produção conforme os Produtos Diretos do Sistema de Produção são apresentados no Quadro 3.

TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICA
QUANTO A NATUREZA DOS PRODUTOS	1. Sistemas que produzem bens;
	2. Sistemas que prestam serviços;
	3. Sistemas que produzem bens e prestam serviços.
QUANTO AO VOLUME DAS SAÍDAS	1. Sistemas de baixo volume;
	2. Sistemas de médio volume;
	3. Sistemas de alto volume.
QUANTO À QUANTIDADE E VARIEDADE DE SAÍDA	1. Sistemas de produção unitária – variedade total;
	2. Sistemas de produção em lote – grande variedade;
	3. Sistemas de produção em série – pequena variedade;
	4. Sistemas de produção em massa – nenhuma variedade.
QUANTO AO GRAU DE PADRONIZAÇÃO	1. Sistemas que produzem produtos padronizados;
	2. Sistemas que produzem produtos sob medida ou personalizados (Sistemas sem nenhuma padronização);
	3. Sistemas que produzem peças padronizadas e montam sob medida (Sistemas com variedade média de padronização).
QUANTO À VARIAÇÃO DA DEMANDA	1. Sistemas com produção sazonal (Sistemas com alta variação da demanda);
	2. Sistemas com produção não sazonal (Sistemas com baixa variação da demanda).

Quadro 3. Classificação de Sistemas de Produção conforme os Produtos Diretos

A abordagem proposta engloba os diferentes tipos de classificação de Sistemas de Produção apresentados por diferentes autores.

6. Considerações Finais

A abordagem proposta para a Classificação de Sistemas de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção pode balizar as atividades de ensino, pesquisa, extensão e profissionais não-docentes. A adoção de um tipo ou outro de classificação dependerá dos objetivos no desempenho destas atividades.



7. Referências

- ABEPRO. **Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares**. 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf>. Acesso em 29 de ago de 2009 às 20 hs.
- AURÉLIO. **Dicionário Aurélio do Século XXI**.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Organização, sistema e métodos**. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1990.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 3 ed. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1983.
- FOGARTY, D. W. Et. al. **Production and Inventory Management**. 2 ed. USA: South-Western Publishing Co., 1991.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2002.
- LUSTOSA, L. Et al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MACCARTHY, B. L.; LIU, J. Y. Addressing the gap in scheduling research: a review of optimization and heuristic methods in production scheduling. **International Journal of Production Research**, London, v. 31, n. 1, p. 59-79, 1993.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- OLIVEIRA, D. de P. R. **Teoria Geral da Administração: um abordagem prática**. São Paulo: Atlas, 2008.
- OLIVEIRA, D. de P. R. **Sistemas, Organização & Métodos O&M: uma abordagem gerencial**. 18 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- PERALES, W. Classificações dos Sistemas de Produção. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (XXI ENEGEP), 21, 2001. Salvador, BA. **Anais...** 2001.
- RAPOSO, C. de F. C.; REBELO; L. M. B.. Sistema de produção sob a ótica do planejamento e controle da produção: um estudo de caso no setor eletroeletrônico de Manaus. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (XXVII ENEGEP), 27, 2007. Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** 2007.
- RUSSOMANO, V. H. **PCP: Planejamento e Controle da Produção**. 6 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- STAHLBERG FILHO, P. Planejamento e Controle da Produção In: BATALHA, Mário Otávio et. al. **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas. 1997.
- TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.