

RESUMO

Conhecer o passado ajuda a entender o presente e a preparar-se para o futuro. Atribui-se ao início do Século XIX a origem da área do conhecimento que mais tarde passou a ser conhecida como a gestão de produção e operações. Ao longo dos séculos XIX e XX, esta área evoluiu e mudou. Nasceu predominantemente industrial, passou a incorporar também a gestão de operações mais ligadas ao setor terciário da economia (os serviços), passou a contemplar também as redes de empresas que interagem (as redes de suprimentos). Passou por períodos de evolução acelerada (como durante a Segunda Grande Guerra Mundial) e passou por períodos de quase estagnação (como no período pós Guerra). Técnicas e conceitos surgiram, foram aperfeiçoadas, beberam da fonte de outras áreas do conhecimento (como as abordagens sócio-técnicas aproveitando-se de conceitos da psicologia e o controle de qualidade utilizando a estatística), vertentes surgiram, uniram-se, separaram-se numa fascinante dinâmica que até hoje não foi explicitada na forma de um texto que ajude os acadêmicos e profissionais práticos a entenderem melhor sua área. Este projeto pretende preencher esta lacuna: sistematizar um texto que descreve comentadamente a evolução da área de produção e operações. Além disso comenta sobre os impactos que a nova economia está trazendo para a área e especula sobre quais são as questões que deverão merecer desenvolvimento adicional de pesquisa e de práticas no futuro.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão de operações; Administração de produção; História.

ABSTRACT

Knowing the past helps us understand the present and prepare for the future. We normally consider that the area of knowledge which later would become known as “production and operations management” started by the beginning of the XIXth Century. Throughout the XIXth and XXth Century then the area evolved and changed. It was born essentially industrial, evolved to also include services, later started to encompass networks (the supply networks) of operations in its analytical models. It went through periods of accelerated progress (such as during the II WW) and through periods of quasi-stagnation (e.g. the post-IIWW era). Techniques and concepts were generated, were perfected, benefitted from other knowledge fields (like the socio-technical approach using concepts from Psychology and quality control using Statistics), streams of development were merged, split in a fascinating dynamics which so far has not been made explicit in the form of a text which help academics and practitioners better understand their field. This research project aims at filling this gap in literature. The objective is to produce a robust commented text describing the evolution and the history of production and operations management. It also comments on some of the impacts which the so called New Economy is bringing to the OM area and speculates about some avenues for further research in the field of OM.

KEY WORDS

Operations management; Production management; History.

SUMÁRIO

I.	Introdução	5
II.	Metodologia	6
III.	Gestão de operações	9
IV.	Origens, antes de 1900.....	10
V.	Os anos 1900-1910	30
VI.	Os anos 1910-1920	46
VII.	Os anos 1920-1930	51
VIII.	Os anos 1930-1940	58
IX.	Os anos 1940-1950	64
X.	Os anos 1950-1960	83
XI.	Os anos 1960-1970	94
XII.	Os anos 1970-1980	97
XIII.	Os anos 1980-1990	107
XIV.	Os anos 1990-2000	116
XV.	Um pouco do presente: gestão de operações na nova economia	121
	1. O que é a nova economia	121
	2. No que a nova economia difere da velha economia?	122
	3. Setores a serem mais afetados.....	130
XVI.	Analisando o passado e especulando sobre o futuro da área de gestão de operações.....	131
	1. Uma agenda de pesquisa e desenvolvimentos para a área de gestão de operações.....	136

XVII. Bibliografia	141
XVIII. Anexos	150
Anexo 1 – Uma linha do tempo da evolução da área de gestão de operações ...	151
Anexo 2 – Uma cronologia da evolução da área de gestão de operações.....	158

A HISTÓRIA DA GESTÃO DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES*

Henrique Luiz Corrêa

I. INTRODUÇÃO

Uma pesquisa bibliográfica que passe pelos principais livros textos de Gestão de Operações (Slack et al., 2.001; Russell e Taylor III, 2.000; Gaither e Frazier, 2.002; Waller, 1.999; Krajewski e Ritzmann, 1.998; Dilworth, 2.000; Heizer e Render, 1.999; Chase, Aquilano e Jacobs, 2.001; Melnyk e Denzler, 1.996; Reid e Sanders, 2.002) revela, rapidamente, que o foco da absoluta maioria é nas questões correntes. Isso também é verdade, como confirma Wilson (1995), quando se analisam os artigos de pesquisa: uma quase negligência dos autores com o encadeamento histórico e com os predecessores dos assuntos pesquisados.

Em termos históricos, a gestão de operações, como área do conhecimento, nos escritos de seus autores principais, parece ater-se com ênfase desproporcional aos desenvolvimentos pós Segunda Grande Guerra Mundial (IIGGM) (1939-1945), perdendo-se assim preciosa oportunidade de, conhecendo com maior profundidade a história, ter-se condições de melhor entender o presente e, portanto, preparar-se melhor para o futuro. Uma consequência desta quase negligência com a origem e o passado da área é fazer com que os jovens pesquisadores e estudantes da área deixem de beneficiar-se, por um lado de ocorrências interessantes e passagens saborosas que a história nos apresenta e que, portanto, podem exercer sobre eles um papel motivador importante. Por outro lado, a consciência do “fluxo histórico”, da seqüência incremental de contribuições intelectuais encadeadas, tanto cria a noção

* O NPP agradece ao aluno que participou da pesquisa que originou o presente relatório como auxiliar de pesquisas, Antônio Carlos Santos Soares.

de “pertencer” a uma área de conhecimento que evolui há séculos influenciando e sendo influenciada pelos contextos históricos do mundo que a cerca, como ajuda a entender melhor os “caminhos históricos” tomados pela área, que tanto a direcionam como restringem, em seu potencial de contribuir para a evolução humana.

Do ponto de vista da pesquisa, uma visão histórica também é relevante, pois em operações, como em muitas áreas do conhecimento, o principal teste das idéias é o teste do tempo. Como sucesso de curto prazo pode ser o resultado de sorte ou de fatores exógenos (como temos crescentemente testemunhados na área de gestão de operações – uma das maiores vítimas dos modismos gerenciais em épocas recentes), só se pode identificar conceitos de valor duradouro quando se adota uma perspectiva de mais longo prazo. (Hopp e Spearman, 2.001).

Do ponto de vista prático, é importante a perspectiva histórica, pois as condições e demandas sobre os negócios mudam ao longo do tempo. Isso implica que é crítico para os gestores tomarem suas decisões com o futuro em mente. E uma das boas fontes de informação para antecipar o futuro é o passado.

A pesquisa a que se refere este relatório pretende preencher esta lacuna, encontrada na literatura da área. Ao longo do relatório que se segue será descrita a evolução histórica da área da gestão de operações desde a primeira revolução industrial até o ano 2.000, com maior ênfase relativa nos desenvolvimentos do Século XX.

II. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para realizar a pesquisa a que se refere este relatório foi de *pesquisa documental* (histórica) em bibliotecas e internet, além de arquivos pessoais.

A metodologia, portanto, é, basicamente, de pesquisa histórica documental, já que as fontes principais de evidência para se escrever sobre a história da gestão de operações encontram-se documentadas e não devem depender de pesquisa de opinião, que podem inclusive distorcer fatos pela eventual interpretação equivocada ou mesmo por falhas de memória. A idéia do que se pretende relacionando-se com a metodologia pode ser entendida pela seqüência de figuras abaixo.

Figura 1

Primeiro Passo: Levantamento a partir de Fontes de Evidência Documentais Secundárias, das Principais Técnicas, Idéias, Conceitos e Outros Elementos da Área de Gestão de Operações, seu Momento Histórico de Originação e seu Originador

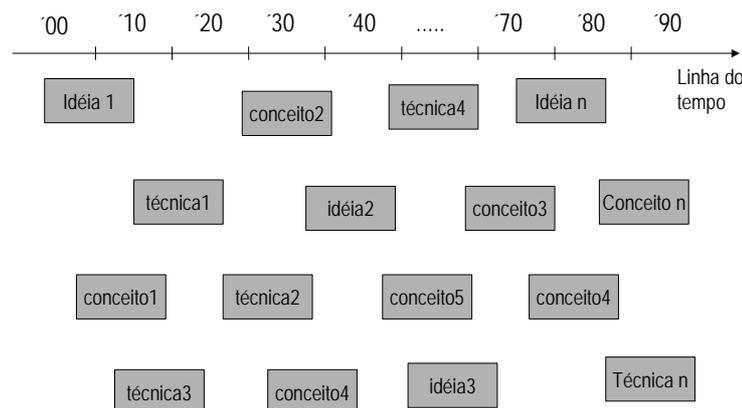
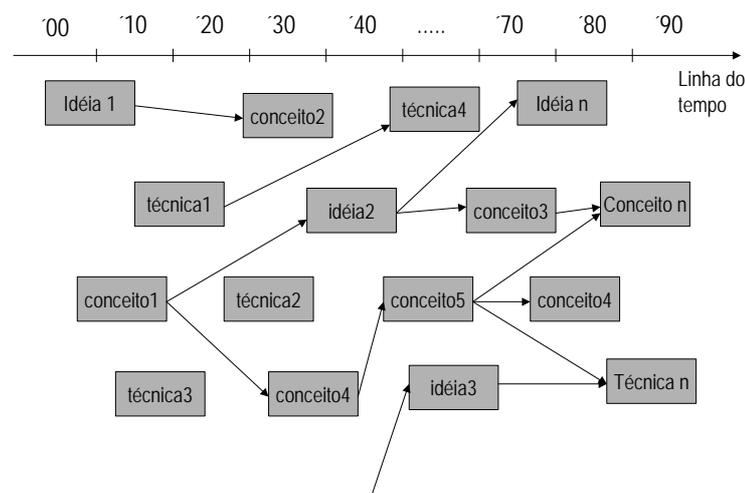


Figura 2

Segundo Passo: Levantamento a partir de Fontes de Evidência Documentais Secundárias, das Relações entre as Idéias, Conceitos e Técnicas, na Forma de Buscar na Literatura, mas dos Pioneiros (artigos e textos dos próprios originadores)



Assim, portanto, a idéia é tentar identificar quais as principais técnicas, idéias e conceitos influenciaram o desenvolvimento das técnicas. Para dar um exemplo: a teoria das restrições, quando se pesquisa a partir de textos do próprio originados, Eli Goldratt, em artigos acadêmicos, foi desenvolvida numa tentativa de se automatizar o kanban (a equipe de pesquisa tentava nos anos '60, gerar um “kanban eletrônico”). O kanban, por sua vez teve seu desenvolvimento fortemente influenciado pelos modelos de pontos de reposição, de Harris, na década de 10, segundo relatos do próprio Taiichi Ohno, um dos originadores do kanban. Com isso, pode-se estabelecer uma “rede” de influências que determinadas idéias causaram nas outras e com isso, estabelecer “blocos” e “fluxos” de geração do conhecimento que se detém hoje sobre a área.

III. GESTÃO DE OPERAÇÕES

Gestão de operações¹ é a atividade de gerenciamento de recursos escassos e processos que produzem e entregam bens e serviços visando a atender necessidades e ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes. Toda organização, vise ela lucro ou não, tem dentro de si uma função de operações, pois gera algum “pacote de valor” para seus clientes que incluem algum composto de produtos e serviços, mesmo que, dentro da organização, a função de operações não tenha este nome (Slack e Lewis, 2.002).

Pode-se dizer que a área de gestão de operações hoje tem seu escopo bastante bem definido. Faz parte do currículo da grande maioria das escolas de administração do mundo inteiro, tanto em nível de graduação como de pós-graduação, *stricto e latu senso*. Também é tratada em escolas de engenharia e carreiras correlatas e conta com vasta literatura. Das mais de 4 dezenas de livros-texto disponíveis no mercado que tratam do tema gestão de operações (Nieto et al., 1999), os seguintes tópicos são recorrentes e presentes na grande maioria deles, ainda que sob títulos ligeiramente diferentes e com organização e ordens de apresentação também ligeiramente diferentes:

- Introdução à gestão de operações
- Estratégia de operações
- Projeto de produtos e serviços
- Projeto, seleção e gestão de processos
- Projeto e medidas do trabalho

¹ Neste texto será adotada a denominação “gestão de operações”, embora a literatura tenha tratado quase que indistintamente os termos “administração de produção”, “gestão de produção”, “gestão de produção e operações”, “engenharia de produção” e outros análogos para referir-se à área em questão.

- Gestão de capacidade produtiva
- Gestão de serviços
- Localização e arranjo físico de instalações
- Gestão de qualidade e de confiabilidade
- Projeto e gestão de redes de suprimentos
- Previsões
- Planejamento programação e controle das operações
- Gestão de estoques
- Gestão de projetos

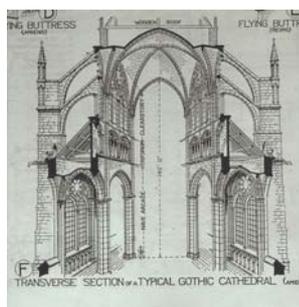
As disciplinas que tratam de Gestão de Operações normalmente adotam livros textos e a ênfase dada pelo particular instrutor vai depender basicamente dele e da audiência. Os conteúdos dos cursos, entretanto raramente fogem destes tópicos.

IV. ORIGENS, ANTES DE 1900

As origens mais primárias da gestão de operações são difíceis de rastrear. Operações, a rigor, sempre tiveram de ser gerenciadas, pois sempre houve organizações gerando e entregando pacotes de valor a clientes, tenha isso acontecido de forma explícita ou não.

Figura 3

Interior de Catedral Gótica



Segundo Wilson (1995), as grandes obras realizadas em tempos antigos da humanidade têm maior probabilidade de terem sido os primeiros tipos de processo produtivo a requerer técnicas gerenciais para suas operações. Grandes projetos foram desenvolvidos na antiguidade e.g. A Grande Muralha da China, as Pirâmides no Egito, Estradas no Império Romano ou a construção das Grandes Catedrais. Veja a Figura 3. Certamente, uma construção desta sofisticação requereu grande esforço de coordenação, já há muitos séculos atrás.

Há pouca informação na literatura sobre métodos gerenciais usados para a gestão destes empreendimentos, mas aparentemente não eram usados métodos sistematizados ou especializados. A construção das grandes catedrais é um bom exemplo: representavam esforços enormes, com projetos muito exigentes e necessidades de planejamento envolvendo centenas e até milhares de pessoas com variadas habilidades trabalhando em numerosas atividades. Apesar da sua escala e complexidade monumental, a duração do projeto e seu custo não parecem ter sido gerenciados com as preocupações presentes hoje em situações de complexidade similar. A natureza religiosa e política dos projetos, a falta de sistemas de contabilidade formais e uma não premência de tempo parecem ter sido importantes fatores de alívio para pressões por eficiência ou eficácia na gestão.

Ao longo do tempo, a transformação dos grandes projetos, quanto à sua natureza, de religiosa e política para empresarial, fez com que eventualmente, a preocupação com tempo e recursos mais escassos criasse as condições para o surgimento da preocupação com a *gestão* dos projetos. Uma discussão interessante (provavelmente uma das primeiras da história) sobre a gestão de projetos data do Século XVII: o livro “*Essay Upon Projects*”, por Daniel Defoe (1697)². Defoe relata que alguns projetos eram esporadicamente realizados de forma mais sistemática já em torno de 1640 e que esta sistematização tornou-se mais popular alguns anos mais tarde, mas “em torno de 1680, a arte e o mistério dos projetos passou a de fato espalhar-se pelo mundo” (Defoe, op. cit.). A definição de “projeto” de Defoe contém elementos que continuam mais válidos do que talvez deversem, mesmo mais de 300 anos depois: “A construção da torre de Babel foi *de fato* um projeto, pois a definição mais recentemente aceita (em cerca de 1693) de um projeto é, como dito antes, um vasto empreendimento, grande demais para ser gerenciado e, portanto, provável de não chegar a nada”.

Embora, portanto, a natureza dos projetos fosse reconhecida já no Século XVII, não parece ter havido uma sistematização para a gestão de suas operações até bem mais tarde, já no Século XX, quando do desenvolvimento dos gráficos de Gantt, em 1917, (já na Primeira Grande Guerra Mundial - IGGM), que será tratado mais tarde neste relatório.

Ainda em termos de origens da área de Gestão de Operações como se a conhece hoje, embora muito se fale sobre o Século XX, com as contribuições de Frederick Taylor, Ford, do Casal Galbraith e outros, que a rigor foram muito importantes para auxiliarem na criação das condições para que a chamada produção em massa se estabelecesse de forma mais global, e com ela a área de gestão de operações progredisse tanto, talvez a mais relevante contribuição para que a indústria no mundo adquirisse as feições que tem hoje não date do Século XX, mas do início do

² O texto original de Defoe pode hoje ser lido livremente na Internet <http://ibiblio.org/gutenberg/etext03/esprj10.txt> e traz uma saborosa apreciação bem humorada do autor sobre “projetos”.

Século XVIII. Segundo Abernathy e Corcoran (1983) nos narram, num excelente artigo sobre as origens da área de gestão de operações, foram desenvolvimentos muito anteriores ao início do Século XX que permitiram que a indústria automobilística americana surgisse como a grande indústria influente que se tornou. Segundo os autores, o padrão de desenvolvimento industrial americano em termos de práticas de produção e estrutura de força de trabalho, que se cristalizou ao longo de meados dos anos 1.800, criou um modelo sem precedentes ou rivais na gestão industrial de produtos complexos com base tecnológica. Teria sido este modelo, hoje conhecido na literatura como o “Sistema Americano de Manufatura” (*American System of Manufacturing - ASM*) o que teria sido, em última análise, adotado posteriormente pela Grã-Bretanha, França, Alemanha e Japão.

Os gestores responsáveis pela criação do ASM aproveitaram extraordinárias oportunidades trazidas naquela época, por um formidável e inédito fluxo de inovações em tecnologia. Eles o fizeram com ferramentas e técnicas de produção que estavam à mão. Para explorar o surgimento do ASM, é usado nesta parte do relatório o trabalho de Abernathy e Corcoran (1983), que por sua vez apóia-se bastante no trabalho de historiadores da tecnologia e de gestão como Nathan Rosemberg e Alfred D. Chandler. Chandler (1977), por exemplo, comenta sobre o ASM:

“um aumento na [taxa de] produção realizada por dado insumo (trabalho, capital ou materiais) foi obtido [pelo ASM] de três formas: desenvolvimento de mais eficientes máquinas e equipamentos, uso de matérias primas de melhor qualidade e uma intensificada aplicação de energia. Organizacionalmente, a produção foi expandida através do projeto melhorado de plantas produtivas e pela inovação em práticas e procedimentos requeridos para sincronizar fluxos e supervisionar a força de trabalho.”

Talvez o mais útil ponto de referência a partir do qual apreciar as grandes mudanças pelas quais o mundo industrial americano passou nos Séculos XVIII e XIX é o

ambiente das indústrias metal-mecânicas leves do início do Século XIX, no estado americano de New England. Antes, entretanto, é interessante descrever as características básicas da manufatura Inglesa e Americana do período imediatamente após a Revolução americana, culminando com a declaração de independência em 1776³.

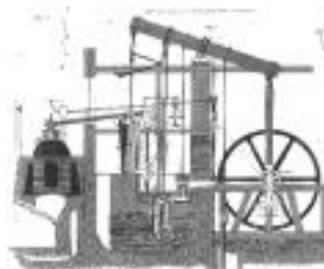
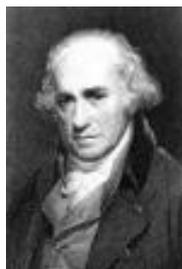
No mesmo ano de 1776, James Watt (1736-1819) vendeu seu primeiro motor a vapor na Inglaterra (instalado inicialmente em fábricas de artefatos de ferro e aço) e disparou a chamada primeira revolução industrial. Esta primeira revolução industrial mudou completamente a face da indústria, com uma crescente mecanização das tarefas anteriormente executadas de forma manual. Avanços tecnológicos importantes⁴ facilitaram a substituição de mão-de-obra por capital e permitiram o desenvolvimento de economias de escala, tornando interessante o estabelecimento de “unidades fabris”. Com isso, lançaram-se as bases para a produção em massa.

³ Também em 1776, o Economista Escocês Adam Smith (1723-1790) proclamou o final do sistema tradicional mercantilista e o início do moderno capitalismo no seu clássico livro “A Riqueza das Nações” no qual articulou os benefícios da divisão do trabalho. Não por coincidência, Henry Ford, um dos mais visíveis propagadores e implementadores de sistemas produtivos fundamentados na divisão do trabalho, a linha de montagem móvel, mais de 150 anos depois, escreveu um livro cujo penúltimo capítulo entitula-se “A Riqueza das Nações”.

⁴ Entre elas, o *flying shuttle*, uma máquina de tecer capaz de tecidos com trama muito mais fina e produzidos a velocidades mais altas, desenvolvido por John Kay em 1733 e o *spinning jenny*, uma máquina de fiação capaz de fiar múltiplos fios simultaneamente, desenvolvido por James Hargreaves em 1765. Jenny era o nome da filha de Hargreaves, que supostamente teria causado um pequeno acidente doméstico que, por sua vez, teria disparado a idéia da nova máquina no pai.

Figura 4

James Watt e seu “Motor a Vapor”



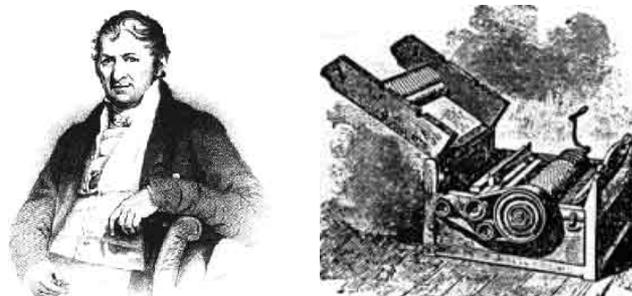
Durante o Século XVIII, a Inglaterra era a líder incontestada do mundo industrial e tecnológico e estava obtendo progressos revolucionários na produção de equipamentos têxteis, máquinas ferramenta e motores a vapor. Entretanto, estes progressos estavam bastante distanciados da produção em massa de produtos complexos, compostos de numerosos componentes, requerendo uma multiplicidade de habilidades e especializações profissionais para a produção, por exemplo, de armas de fogo, relógios, máquinas de precisão e bens de consumo (como máquinas de costura, máquinas e implementos agrícolas ou equipamentos de escritório, como as máquinas de escrever). Progresso nestes mercados e indústrias estava sendo prejudicado por fatores como temores dos artesãos independentes quanto ao seu papel futuro, tradição, preferências dos consumidores por produtos de alta qualidade e personalização, e pela necessidade de inovação na força de trabalho, nos métodos de gestão e nos equipamentos usados.

Quando Eli Whitney, então já famoso por ter inventado a máquina de processar algodão (*cotton gin*) – que mudou completamente a face do Sul dos Estados Unidos, pois multiplicou por muitas vezes a produtividade da indústria têxtil – entrou em acordo com o governo dos Estados Unidos em Junho de 1798 para entregar 10.000 mosquetes (uma arma de fogo que lembra um rifle) dois anos depois, a qualidade

pobre da manufatura colonial durante a era da Revolução de Independência ainda estava fresca na memória das pessoas.

Figura 5

Eli Whitney e seu *Cotton Gin*, Invento que Mudou a Face do Sul dos EUA, pois Aumentando a Produtividade da Indústria Têxtil Incentivou Muito as Plantações de Algodão



O quartil final do Século XVII tinha sido dominado por indústrias de pequena escala, “caseiras” (“*cottage industries*”) mantidas predominantemente por artesãos e seus aprendizes que haviam sido treinados e influenciados pelos métodos europeus de produção. Para muitos produtores, a meta era, como havia sido por muito tempo, produzir produtos sob encomenda, de alta qualidade, por meio de produção e montagem manual, freqüentemente fazendo uso de componentes vindos da Europa. Esta forma de produção era freqüentemente pouco eficiente quanto ao uso de materiais e mão de obra. Muito dependentes de habilidades únicas e dos caprichos temperamentais dos mestres artesãos, a produção não era organizada por funções especializadas, mas pela velha tradição do artesanato de o trabalhador produzir o produto inteiro manualmente. Não é surpresa que os produtos finais variassem muito em qualidade e imperfeições grosseiras eram comuns.

Um problema deste ambiente era que nem de perto havia artesãos suficientes e nem recursos dos recém criados estados americanos para compensar esta falta por meio de investimento no maquinário disponível na época. Comparativamente a esta realidade, a abordagem proposta por Eli Whitney era um grande avanço.

Figura 6

Artesão Tradicional



Ele passou o ano anterior ao início de seu contrato com o governo construindo as ferramentas, os dispositivos e outros equipamentos de produção, que, tomados em seu conjunto, tornariam possível um fluxo ordeiro e integrado de produção através de sua fábrica de mosquetes. Em cada estação de trabalho haveria o número certo de ferramentas, máquinas, componentes e pessoas para garantir um fluxo ininterrupto.

Organizando a fábrica para acomodar um processo regular de manufatura e construindo máquinas capazes de trabalhar dentro de limites estreitos de tolerâncias dimensionais, Eli Whitney redefiniu a natureza das tarefas de manufatura. A natureza não seria mais de coordenar os esforços de *virtuosos* individuais (veja Figura 6), mas de resolver o problema técnico de organização do processo.

A forma de organizar a produção criada por Eli Whitney influenciou muito a indústria de armas de fogo leves nos Estados Unidos e, ao longo do Século XIX,

fabricantes renomados de armas como Simeon North, John Hall, e Samuel Colt deixaram uma marca de grande contribuição em muitas áreas da manufatura americana.

O conceito de fluxos progressivos de produção, por exemplo, deslocou a responsabilidade pela quantidade e qualidade produzidas, do artesão individual para a coerência do sistema de manufatura. Igualmente importante, evidentemente, é o extensivo desenvolvimento, adaptação e refinamento *in loco* de máquinas ferramenta básicas para processos em particular o que tornou possível a precisão consistente, essencial para a produção e subsequente montagem de componentes intercambiáveis. A divisão do trabalho preconizada por Adam Smith em seu clássico livro “A Riqueza das Nações” mais de um século antes poderia, agora, ser implementada de uma forma sem precedentes, com operadores trabalhando repetidamente em partes individuais e não em produtos completos.

Não se deve subestimar a importância da intercambialidade de componentes desenvolvida e aperfeiçoada por Eli Whitney. Como havia poucos artesãos disponíveis naquela época nos Estados Unidos, o novo método de trabalho permitiria que um trabalhador comum, sem as habilidades de um artesão, produzisse um produto tão bom quanto um feito por um artesão qualificado e experiente⁵. Até então, rifles (ou mosquetes) eram feitos a mão, peça a peça. Componentes de um rifle não serviam para ser usados em outro rifle, pois haviam sido individualmente ajustados para que pudessem ser montados às outras peças. Também não se deve sub-estimar o feito de Eli Whitney, considerando, equivocadamente, que a intercambialidade de peças fosse algo simples e fácil de obter à época. Hounshell (1984) narra que a padronização de partes foi uma meta extensivamente perseguida ao longo de parte do Século XVII e do Século XIX, sem o sucesso obtido por Whitney.

⁵ Imagine, para ter uma idéia de extensão das conseqüências da intercambialidade de peças e das “economias de habilidades” que trouxe, um computador sendo fabricado segundo um sistema artesanal – o artesão tendo que produzir as pastilhas de silício, depois as placas de circuito, os *hard drives*, os monitores, e todos os outros componentes antes de monta-los de forma também artesanal. Custaria provavelmente milhões de reais.

Para criar o conceito de peças intercambiáveis, ele projetou seu rifle desenhando-o detalhadamente. Para cada parte da arma, um *template* (molde) era produzido. O trabalhador seguiria este molde para cortar o metal e conformar a peça. Eli Whitney então teve de inventar uma máquina que permitisse ao trabalhador cortar o metal segundo o molde. Criou as máquinas precursoras (veja a Figura 8 para exemplos) das máquinas de usinagem modernas (como por exemplo, as fresadoras).

Figura 7

O Mosquete Produzido por Eli Whitney – Modelo Charleville 1763



O contrato de 10.000 rifles entregues em 2 anos não pôde ser honrado, pois o novo sistema requereu uma enorme quantidade de ajustes até que funcionasse continuamente. Whitney levou, de fato, quase 8 anos para entregar os 10.000 rifles contratados inicialmente. Entretanto a maioria dos 10.000 foram produzidos nos últimos 2 anos. Em 1.811, Whitney ganhou um contrato para entregar mais 15.000 rifles e estes sim, puderam ser entregues em 2 anos. O sistema se aperfeiçoava. (<http://www.eliwhitney.org/ew.htm>)

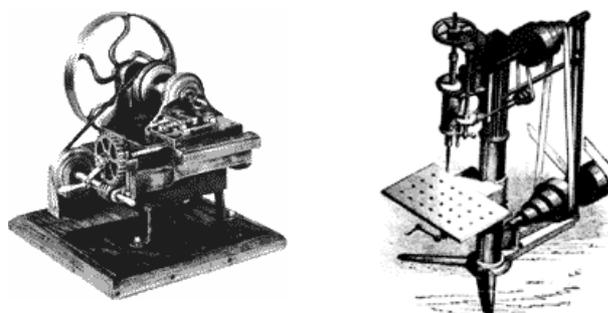
Se no início da indústria americana predominavam nas fábricas e máquinas européias, depois disso, uma grande linhagem de máquinas desenvolvidas nos Estados Unidos surgiu (tornos especiais, máquinas de usinagem universais, entre outras). Isso facilitou a expansão e difusão dos novos modelos de produção, pois máquinas surgidas em um setor industrial rapidamente eram adotadas por outros

setores. A mudança de métodos artesanais para métodos industriais na indústria americana ocorreu de forma muito mais rápida que na indústria européia em geral e isso não foi apenas devido às inovações tecnológicas. Também são freqüentemente citados motivos referentes ao trabalhador americano, sua flexibilidade em adotar novas formas de trabalho e sua ênfase nos atingimentos pessoais (*personal achievements*), as condições de trabalho (que segundo relatos da época eram muito mais fonte de preocupação dos gestores americanos que dos seus pares europeus) e a aceitação por parte do mercado americano de produtos mais padronizados de preço mais baixo. Contribuiu ainda para um relacionamento positivo entre gestores e trabalhadores nos Estados Unidos, o fato de que capatazes e supervisores eram promovidos de baixo, com isso adquirindo um maior conhecimento sobre as condições no chão de fábrica e tendo com seus trabalhadores um canal mais fácil de comunicação.

A primeira fase do ASM testemunhou então, o desenvolvimento de fábricas bem adaptadas para a produção de produtos leves, repetitivos, simples, não muito intensivos em capital, que eram feitos a partir de peças intercambiáveis feitas por máquinas. Na produção de alto volume de relógios (grandes relógios com móveis de madeira) o capital necessário não era grande, os materiais necessários (carvalho, cerejeira) eram abundantes, e as técnicas de manufatura eram as mais simples possíveis, que poderiam ser replicadas, usando maquinaria acionada por água.

Figura 8

Exemplos de Máquinas Desenvolvidas e Usadas por Whitney



Enquanto o conceito americano de componentes feitos a máquina, altamente intercambiáveis, baixava os custos de produção e abria importantes oportunidades para obtenção de economias de escala, os produtores ainda não sabiam como equacionar a contradição de maior padronização para obtenção de ganhos de escala com a necessidade do mercado de maior variedade de produtos.

Nas fábricas iniciais que adotaram o ASM, orientadas a processo, era difícil e caro introduzir novos produtos. Não havia *staff* alocado a facilitar a introdução de novos produtos e, além disso, qualquer alteração substancial levava a produção a parar enquanto novos equipamentos eram fabricados e novos fluxos estruturados. Como exemplo de resultado, durante os primeiros 50 anos de produção em altas quantidades de relógios, só seis variedades saíram das fábricas americanas.

O próprio Eli Whitney, embora tenha criado um sistema que marcou profundamente a forma futura de se fabricarem os rifles, escolheu um rifle para fabricar, chamado Charleville, a partir de um projeto francês de 1763, já com certa idade.

As coisas continuaram mais ou menos desta forma até que pressões do mercado por maior volumes de produtos de consumo (como máquinas de costura) empurraram as fábricas americanas para um estágio subsequente de desenvolvimento.

A tentativa de acomodar estes maiores volumes com os usuais anseios por variedade do mercado de máquinas de costura levaram ao aperfeiçoamento do ASM, para um sistema de manufatura de peças móveis de alta precisão, mas na forma de sub-montagens modulares e padronizadas.⁶

⁶ Até meados do Século XIX, é importante salientar, as grandes fábricas eram a exceção mais que a regra. Antes de 1830, carvão ainda não era largamente disponível, então a maioria das fábricas era dependente de força hidráulica para suas máquinas. Inconstância do fornecimento de água, por secas ou sazonalidade faziam com que os trabalhadores fossem contratados de forma temporária. Havia pequeno contingente de trabalhadores perenes e praticamente era inexistente a função do gestor profissional. Em 1832, numa pesquisa feita pelo Secretário de Tesouro Americano em 10 estados, foram contadas apenas 36 empresas empregando mais de 250 funcionários 31 delas eram fábricas têxteis. A partir de 1840, fornos mais modernos a carvão começaram a permitir um fluxo de

Sob a liderança de figuras pioneiras como M. Singer no setor de máquinas de costura e Samuel Colt em armas de fogo leves, o ASM evoluiu para a “quebra” do produto e do processo produtivo associado em sub-unidades produtivas menores e mais administráveis que produziam famílias de componentes padronizados. Com este tipo de arranjo, áreas de trabalho especializadas produziam componentes distintos, e focalizadas do ponto de vista tecnológico, que eram alimentadas por múltiplos fluxos produtivos. Este sistema encorajou o desenvolvimento de expertise dentro destas unidades focalizadas (*focused factories*) dentro da unidade produtiva maior. Isso deu aos trabalhadores dentro destas unidades um grau de autonomia sem precedentes.

De certa forma, a empresa fabricante de máquinas de costura de M. Singer foi pioneira no desenvolvimento de uma organização de manufatura flexível o suficiente para assimilar avanços tecnológicos enquanto oferecia variedade de produtos a custos baixos e uma qualidade uniforme. Uma publicação de 1880 notou:

“a empresa Singer não faz artigos de segunda, e põe nada menos que os melhores materiais e mão de obra em todas as suas máquinas, descobrindo, por experiência, que compensa colocar peças tão boas nas suas máquinas mais baratas como nas suas máquinas mais caras. Na realidade, a única diferença entre a mais barata máquina genuína Singer e a mais cara é o acabamento, decoração e o trabalho no gabinete. Todas as peças do coração do funcionamento da máquina são as mesmas.”

De fato, a enorme fábrica que a empresa construiu em 1.873 em New Jersey, tinha sua própria fundição alimentada por trilhos (que processava 65 toneladas de ferro diariamente), uma forjaria, e um grande setor de usinagem. Grande esforço era colocado em qualidade, e como resultado, em 1.879, três quartos das máquinas de

fornecimento ininterrupto de matéria prima ferro. Este evento, a disponibilidade mais perene de energia e matérias primas impulsionou sobremaneira o estabelecimento de fábricas maiores, verticalmente integradas e fazendo uso de peças intercambiáveis.

costura vendidas no mundo tinham a marca Singer. A Figura 9 traz a aparência de uma máquina de costura Singer modelo 1854.

Embora muitas outras fábricas tenham tentado seguir o caminho da Singer, a maioria caía no padrão problemático de produzir um produto com crescente eficiência até que obsolescesse. Diferentemente, Samuel Colt encarou estes problemas de forma mais direta. Não apenas empregou a mais moderna tecnologia, como também instituiu melhoramentos contínuos nas tecnologias de produto e processo como forma deliberada de obter vantagem competitiva. Colt também quebrou suas fábricas em sub-fábricas integradas.

Como muitos dos pioneiros de produções de maiores volumes usando peças intercambiáveis, Colt constantemente esforçava-se para melhorar a produção e também tinha idéias bastante modernas (para a época) sobre condições de trabalho em suas fábricas.

Figura 9

Máquina Singer 1854



Apesar de tudo isso, as imensas dificuldades práticas de gerenciar enormes fábricas altamente integradas verticalmente durante um período de rápidas mudanças tecnológicas, fizeram com que não só a Colt, mas outras fábricas já evoluídas, tivessem que desenvolver formas melhores de relacionamento com fornecedores

externos, de componentes e sub-montagens de conteúdo tecnológico, que passassem a ser difíceis de continuar a serem feitas internamente (pela própria taxa de desenvolvimento tecnológico).

Figura 10

Samuel Colt e um de seus Produtos, um “Colt 1885”



A partir de 1850, Colt e outros empresários de manufatura americanos estabeleceram plantas locais na Grã-Bretanha usando os princípios do ASM e exercendo na Europa crescente influência. Entretanto é um equívoco imaginar que o ASM tenha se espalhado rápida ou de forma simples pela Europa (Wilson, 1995).

As empresas americanas, por outro lado, foram relativamente rápidas para se adaptarem à recentemente descoberta da importância dos fornecedores – muito mais rápidas que as empresas britânicas, segundo Sawier (1954) *apud* Abernathy e Corcoran (*op. cit.*).

No final do Século XIX, por exemplo, mesmo produtores tradicionalmente verticalmente integrados, como os fabricantes de bicicleta e de carruagens, passaram a depender de fornecedores externos para itens mais tecnologicamente

sofisticados. A lógica era simples. Fontes de suprimentos externas permitiam a fabricantes pequenos e médios adquirir partes de forma muito mais barata.

Não é surpresa que a sofisticação do que os fornecedores faziam ampliou-se e portanto, quase que naturalmente a variedade do que eram capazes de fazer reduziu-se. O resultado foi a ampliação do número de fornecedores com os quais os diferentes fabricantes tinham de relacionar-se. Estes relacionamentos criaram a necessidade de um novo conjunto de habilidades. Se havia benefícios de se usarem mais fornecedores, havia também um maior risco associado a uma maior dependência.

A rápida proliferação de oficinas especializadas de fornecedores de peças, moldes, ferramentas, etc. ajudou sobremaneira a preparar o terreno para a primeira geração de fabricantes de automóveis. Por força de os fabricantes tradicionais *e.g.* de carruagens e bicicletas terem desenvolvido a malha de fornecedores capacitados, os primeiros fabricantes de automóveis (como por exemplo, Henry Ford), na sua maioria, eram montadores que montavam seus carros a partir de componentes fornecidos por terceiros em galpões alugados.

O uso extensivo de peças terceirizadas por fornecedores especializados na indústria automobilística do final do Século XIX atesta o fato de que havia ligações diretas entre a manufatura de automóveis e a manufatura de outros produtos contendo peças intercambiáveis, compradas de fontes externas. Muitos dos pioneiros da produção de carros – Duryea, Winton, Durant, Dodge, Studebaker, entre outros, tiveram suas origens na produção de carruagens e bicicletas. Henry Leland, que forneceu motores para a Ford e para a Olds (uma fábrica de automóvel dentre as pioneiras), havia trabalhado por muitos anos na fábrica de revólveres de Samuel Colt. Ele trouxe o conceito de intercambialidade de peças e mais amplamente o conceito de ASM para a incipiente indústria automobilística do final do Século XIX (Sloan Jr, 2.001).

Um outro aspecto importante na evolução da gestão de operações (e até mesmo da gestão de empreendimentos, que nesta época eram conceitos quase que intercambiáveis), é o papel que tiveram as ferrovias americanas. Elas praticamente iniciaram o desenvolvimento de uma segunda revolução industrial, por três razões (Hopp e Spearman, 2.001):

O capital requerido para construir uma ferrovia era ordens de grandeza maior que aquele requerido para uma fábrica têxtil, grande que fosse. Foram os primeiros grandes empreendimentos americanos – e, portanto a primeira situação em que estruturas organizacionais com gestores e gestores de gestores profissionais e métodos de contabilização foram requeridos. Um pioneiro de novos métodos organizacionais foi Daniel C. McCallum (1815-1878), que trabalhando para a New York and Erie Railroad Company em 1850, desenvolveu princípios de estruturas organizacionais, especificando linhas de autoridade, comunicação e divisão do trabalho (Chandler, 1977). Quanto a métodos de contabilização, atendendo às necessidades destes complexos empreendimentos, J. Edgar Thomson da Pensilvânia Railroad e Albert Fink da Louisville e Nashville Railroad Co. inventaram muitos dos métodos contábeis usados até hoje, como a noção de custos unitários (por exemplo, custo por milha.tonelada) e os usos de razões padronizadas (como por exemplo, entre receitas e despesas).

Figura 11

Abertura das Grandes Ferrovias Americanas Teve um Papel no Desenvolvimento da Gestão de Operações



1. A construção das ferrovias impulsionou a criação de indústrias de produção maciça de componentes (parafusos, trilhos, dormentes, rodas) e de matérias primas, como vidro, aço, madeira entre outros.
2. Elas conectaram os Estados Unidos, permitindo um fluxo não interrompido de produtos, favorecendo o estabelecimento de largas unidades fabris que beneficiavam-se de economias de escala produtiva, posteriormente enviando seus produtos para grande quantidade de localidades.

Outro fenômeno importante que pavimentou o desenvolvimento de práticas mais contemporâneas de gestão de operações deveu-se ao crescimento e desenvolvimento dos grandes varejistas nos Estados Unidos no final do Século XIX. A Sears & Roebuck, por exemplo, cresceu em vendas, de 1891 até 1905, de US\$138.000 a US\$37.789.000. Otto Doering desenvolveu um sistema nesta época para tratar os enormes volumes de pedidos com os quais a Sears tinha de lidar, um sistema que transportava papelada e itens de forma automatizada. Entretanto, a chave para o funcionamento do sistema era um rígido sistema de programação de pedidos que permitiam aos departamentos apenas uma janela de 15 minutos para a separação de um pedido. Alguns historiadores sugerem que Henry Ford teria visitado este sistema e o estudou em detalhe antes de estabelecer sua primeira fábrica (Drucker, 1954 *apud* Hopp e Spearman, 2.001).

Figura 12

O Departamento de “Entrada de Pedidos” da Sears & Roebuck em 1913

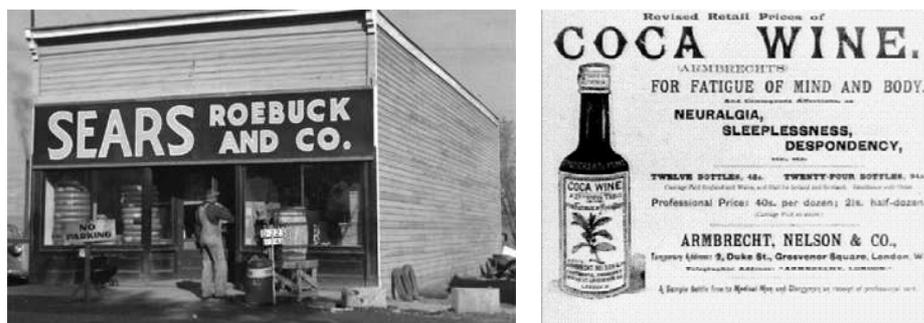


Os varejistas também contribuíram para o aperfeiçoamento de práticas de contabilização de custos, devido às pequenas margens unitárias. Outra diferença marcante entre o varejo americano do final do Século XIX e as práticas comerciais do velho mundo é a representada pelos mercados servidos. Na Europa produtos eram vendidos para populações locais e bem estabelecidas. Propaganda era pouco enfatizada, pois os consumidores tinham relacionamento direto com os produtores e vendedores. Nos Estados Unidos os grandes varejistas vendiam seus produtos para uma vasta população espalhada por um país de dimensões continentais, em que a propaganda ganhou uma nova dimensão. Veja a Figura 13.

Seguindo o caminho das ferrovias e as tendências estabelecidas de produção em massa e de grandes unidades fabris, outras indústrias passaram a adotar o modelo de integração vertical (passando a fazer maiores partes do seu produto – por exemplo, produtores de aço mais poderosos passaram a adquirir minerações de ferro e carvão) e horizontal (adquirindo concorrentes). De certa forma a “moderna” gestão de operações fabris surge na indústria de produtos metal mecânicos, nas empresas que estavam sofrendo crescimento acelerado pelas demandas das ferrovias. Entretanto, em 1868 os Estados Unidos ainda eram um pequeno ator na indústria de aço (produziram apenas 8.500 toneladas em comparação às 110.000 toneladas produzidas pela Grã-Bretanha no mesmo ano). Em 1872, Andrew Carnegie (1835-1919), que havia trabalhado anteriormente para a Pensilvânia Railroad, passou a produzir aço.

Figura 13

Fachada de Loja e Peça Publicitária da Sears & Roebuck do Início do Século XX. Note que o Produto é um Certo Vinho Peruano Feito de Coca que Promete a Cura de Muitos Males



Combinou uma inovação tecnológica no processo de produzir aço (método Bessemer) com as técnicas desenvolvidas de contabilização e organização aprendidas com J. Edgar Thomson e McCallum no setor ferroviário e trouxe a indústria de aço para níveis de integração e eficiência nunca antes obtidos. Foi a primeira usina de aço cujo layout fabril obedeceu ao fluxo produtivo, visando continuidade e uniformidade. Tornou-se o mais eficiente produtor de aço do mundo. O efeito foi dramático. Em 1879, a produção americana quase igualou a britânica e em 1902, os Estados Unidos produziram 9.138.000 toneladas de aço contra 1.826.000 produzidas pela Grã-Bretanha. Carnegie usou foco, e eficiência operacional para desenvolver vantagem competitiva sustentável. Veja a Figura 14.

Figura 14

Andrew Carnegie e uma de suas Usinas de Produção de Aço nos Primeiros Anos do Século XX



Toda esta história narrada até agora ocorreu antes do início do Século XX. Uma história rica e interessante que sem dúvida nos ajuda a compreender melhor o que se segue – o não menos fascinante Século XX.

V. OS ANOS 1900-1910

Não foi por acaso que uma das grandes contribuições para a gestão fabril mais sistematizada veio da indústria de produção de aço. Era lá que trabalhava um analista chamado Frederick Taylor (1856 – 1915).

Figura 15

Frederick Taylor



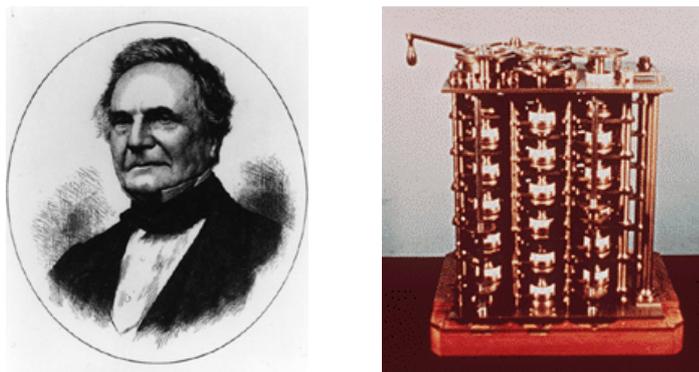
Algumas de suas idéias serão discutidas a seguir porque elas foram essenciais para a formação da gestão de operações do século XX. É importante notar neste ponto, entretanto, que mesmo antes que os gestores americanos divisassem suas formas inovadoras de gerenciar suas fábricas utilizando peças intercambiáveis, divisão do trabalho, integração vertical e produção em larga escala, alguns escritores britânicos já antecipavam a necessidade de alguma sistematização do trabalho para responder à primeira revolução industrial (aquela disparada por Watt e seu motor a vapor e por Adam Smith e sua proposta original de divisão do trabalho – Smith, 1776). Um destes escritores foi Charles Babbage (1792 – 1871). Um excêntrico cavalheiro britânico com uma vasta gama de interesses (entre eles, encontra-se o que é considerado o precursor mais antigo dos computadores, uma calculadora mecânica com mecanismo de armazenagem de dados por perfuração de papel, chamado “difference engine”, em 1822 – veja a Figura 15).

Babbage também debruçou-se sobre a gestão fabril em 1832, quando publicou seu livro *On the Economy of Machinery and Manufactures* no qual ele elabora sobre a divisão do trabalho de Adam Smith e propõe como, numa fábrica, diferentes tarefas

poderiam ser divididas entre diferentes tipos de trabalhador. Usando uma fábrica de alfinetes como exemplo, ele descreve detalhadamente todas as atividades necessárias para a produção de alfinetes, medindo tempos e calculando recursos para cada uma das atividades. Ele propôs inclusive esquemas de participação nos lucros, pelos trabalhadores. Embora gerador de idéias inovadoras, parece nunca ter sido capaz de fazê-las funcionarem na prática, restringindo-se à função de pensador. Também mensurou as atividades no seu exemplo de fábrica de alfinetes meramente com propósitos descritivos, nunca tendo explicitado a intenção de usar a descrição como ferramenta analítica para aumento efetivo de eficiência operacional.

Figura 16

Charles Babbage e sua Calculadora Mecânica (1822)



Coube então a Frederick Taylor, em torno de 1901, o pioneirismo no desenvolvimento de técnicas efetivas visando sistematizar o estudo e *análise* do trabalho (o que viria a ser a gênese da área de “estudo de tempos e movimentos” que influenciou tremendamente a área de gestão de operações no Século XX). Neste período da história, como descrito na seção anterior deste relatório, as fábricas dedicadas a grandes volumes de produção estavam se estabelecidas como as unidades produtivas que demandavam soluções que as tornassem mais eficientes e gerenciáveis e é neste ambiente que o trabalho de Taylor floresce, não por acaso,

entretanto. Segundo Hopp e Spearman (2.001), haveria um racional cultural, que permeia a identidade americana deste período que pode ajudar a explicar o sucesso da abordagem Taylorista nos Estados Unidos: a fé no chamado método científico, que tomou forma nos Estados Unidos através, por exemplo, da ciência popular de Benjamin Franklin e dos inventos pragmáticos de Eli Whitney (e.g. as máquinas de processar algodão e as máquinas de usinagem), Bell (telefone), Eastman (máquina fotográfica), Edson (sistemas elétricos de iluminação) e outros. Os americanos sempre abraçaram, segundo os autores, a abordagem científica reducionista, racional e analítica – isso favorecia que os cientistas analisassem os sistemas estudados “quebrando-os” em suas partes componentes e estudando cada uma delas. E esta é de certa forma a pedra fundamental do sistema que Taylor desenvolveu aos mínimos detalhes no que mais tarde batizou de “administração científica”: quebrar as tarefas em sub-tarefas elementares e trabalhar extensivamente para tornar cada uma destas tarefas mais eficientes. Enquanto a abordagem reducionista pode ser extremamente benéfica para analisar sistemas e tarefas complexas (que era de fato o caso das fábricas já grandes e complexas do início do Século XX) – e de fato o mundo ocidental capitalizou muitos destes benefícios – esta não é a única perspectiva válida. De fato, como tem sido tornado evidente pela grande lacuna entre a prática e os desenvolvimentos teóricos e conceituais dos últimos tempos, uma ênfase excessiva nos componentes de um sistema pode levar à perda de perspectiva do todo. Em contraste com o Ocidente reducionista, sociedades do extremo oriente parecem adotar uma perspectiva mais holística ou sistêmica (Kapra, 2.000)⁷. Esta forma de pensar certamente teve grande influência no desenvolvimento do sistema

⁷ Um exemplo freqüentemente citado da diferença de perspectiva ocidental e oriental é o tratamento dado à questão dos set-ups (tempos e custos de preparação de equipamentos, quando se troca o produto a ser produzido). Tradicionalmente e fiel à perspectiva “científica”, durante décadas, os modelos matemáticos analíticos desenvolvidos via de regra nos Estados Unidos, procuraram desenvolver formas mais precisas de determinar tamanhos de lote (quantidades a serem produzidas entre cada par de set-ups) para que de forma mais adequada fossem considerados os custos tanto de fazer set-ups (custos totais de set-up seriam maiores quanto menores os lotes e portanto quanto mais set-ups feitos) quanto os custos de se manterem estoques maiores em decorrência de lotes maiores. Os japoneses, adotando uma perspectiva mais holística simplesmente questionaram os tempos unitários de set-up enquanto dado de entrada do problema e passaram a desenvolver formas de reduzir incansavelmente estes tempos unitários. Do ponto de vista holístico do sistema como um todo, faz mais sentido.

japones de produção de após a IIGGM, chamado “Just in Time” a ser discutido em seções posteriores deste relatório.

Mas voltemos a Frederick Taylor.

Embora se dê crédito a muitos indivíduos sobre contribuições anteriores para a sistematização da atividade de gestão de operações (citamos Adam Smith, Charles Babbage, Eli Whitney, entre outros), até o surgimento das idéias de Frederick Taylor, ninguém tinha sido capaz de gerar um interesse sustentado e um quadro de referência sistemático e robusto o suficiente para que, de forma plausível, se pudesse reivindicar para a “gestão” o status de uma disciplina, ou área definida do conhecimento. Foi Taylor quem eloqüente e obstinadamente propôs o uso do que chamava de *scientific management* (administração científica) (Taylor, 1971). Foi também Taylor (e seus associados) que tirou os conceitos do campo de meras idéias e de fato implementou seus princípios em um sem número de fábricas.

Era um indivíduo brilhante para questões analíticas. Foi admitido na prestigiada Universidade de Harvard, mas preferiu uma atividade de aprendiz de operador de máquina e subiu rapidamente para engenheiro chefe na Midvale Steel Company entre 1878 e 1884. Ganhou o título de engenheiro mecânico por correspondência enquanto trabalhava em tempo integral. Ele inventou e patenteou uma série de produtos, como o aço rápido⁸, por exemplo, que já teriam garantido a ele um lugar na história mesmo que não tivesse se envolvido com a administração a ponto de ser às vezes mencionado como o pai da administração científica e mesmo como o pai da engenharia industrial. Mas o que fez de suas contribuições tão importantes para a gestão de operações?

Taylor era um ativo estudioso das formas de aumentar a produtividade em processos produtivos. Sua intenção era claramente ligada à eficiência: fazer mais produtos

⁸ Um tipo de aço usado em ferramentas que permite que esta permaneça dura mesmo em altíssimas temperaturas causadas pelo movimento de corte de metal.

com menos recursos. Isso em parte se justificava pelas condicionantes históricas da época: mercados afluentes como o norte-americano requeriam quantidades crescentes de produtos que fossem acessíveis a uma grande e crescente quantidade de pessoas.

Taylor estabeleceu princípios que passaram mais tarde a ser conhecidos como princípios da administração científica. Embora talvez o termo científico seja inadequado para descrever a abordagem taylorista, dada a escassa base científica de suas análises, Taylor sistematizou técnicas e princípios que, em seu conjunto, contribuíram para um aumento substancial dos níveis de eficiência da indústria americana do início do Século XX. Veja o Boxe 1.

Boxe 1

Princípios da Administração Científica de Taylor (original de 1911)

Taylor desenvolveu suas idéias em fases. Numa primeira fase, idealizou três princípios básicos, que enfatizavam a obtenção de uma mão de obra eficiente, mas retribuindo-a (incentivando-a) com salários mais elevados:

- Atribuir a cada operário a tarefa mais elevada que lhe permitissem suas aptidões;
- Solicitar a cada operário o máximo de produção que se pudesse esperar de um operário hábil de sua categoria;
- Que cada operário, produzindo a maior soma de trabalho, tivesse uma remuneração 30 a 50% superior à média dos trabalhadores de sua classe.

Mais tarde, desenvolveu outros princípios/objetivos, mais gerais:

- Desenvolver uma ciência que pudesse aplicar-se a cada fase do trabalho humano (divisão do trabalho), em lugar dos velhos métodos rotineiros;

- Selecionar o melhor trabalhador para cada serviço, passando em seguida a ensiná-lo, treiná-lo e formá-lo, em oposição à prática tradicional de deixar para ele a função de escolher método e formar-se;
- Separar as funções de preparação e planejamento da execução do trabalho, definindo-as com atribuições precisas;
- Especializar os agentes nas funções correspondentes;
- Predeterminar tarefas individuais ao pessoal e conceder-lhes prêmios quando realizadas;
- Controlar a execução do trabalho.

O pequeno trecho abaixo ilustra a visão de Taylor dos operários com quem trabalhava. Neste ponto do seu livro (Taylor, 1990 – 9ª edição), ele ilustra os porquês do princípio de separação entre planejamento e execução do trabalho, analisando a tarefa de carregar 47 toneladas por dia de lingotes de aço de 45 Kg num vagonete, referindo-se ao alemão Schmidt, um imigrante que servia de sujeito às suas experiências sobre método de trabalho e que era conhecido por sua grande disposição de trabalhar e maximizar seus ganhos:

“O primeiro exemplo é relativo ao carregamento de barras de ferro e este trabalho foi escolhido porque representa um dos trabalhos mais árduos e rudimentares que se conhecem. É executado pelo homem com auxílio apenas de seus braços, sem uso de qualquer instrumento. O carregador de barras de ferro abaixa-se, levanta um lingote de cerca de 45 Kg, anda alguns passos e, depois, joga-o ao chão ou sobre uma pilha. Este trabalho é tão grosseiro e rudimentar por natureza que acredito ser possível treinar um gorila inteligente e torná-lo mais eficiente que um homem no carregamento de barras de ferro. Entretanto, mostraremos que a ciência de carregar lingotes reúne tantos dados que, que nenhum homem bem ajustado a esse tipo de trabalho é capaz de entender os princípios desta ciência ou mesmo guiar-se por tais princípios [...] quer por falta de estudo, quer por insuficiente capacidade mental.”

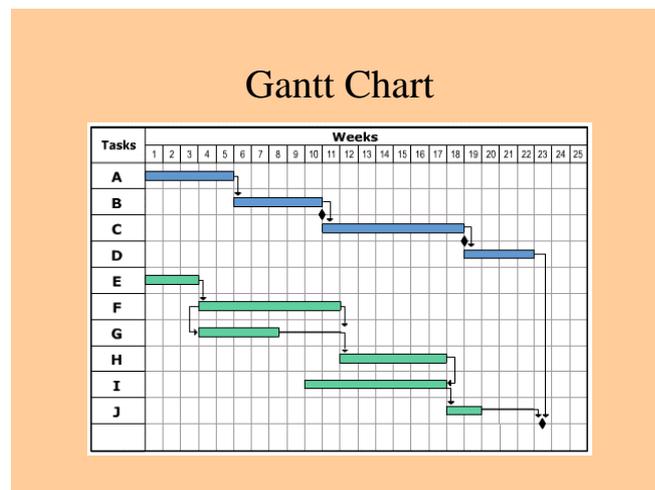
Não muito politicamente correto para padrões atuais...

Taylor não trabalhou sozinho no desenvolvimento da chamada administração científica. Houve outros pioneiros cujo trabalho contribuiu para o desenvolvimento da área de gestão de operações. Vários foram seguidores de Taylor e trabalharam para aperfeiçoar seus métodos. Um dos colaboradores foi Henry Gantt (1861-1919). Trabalhou com Taylor na Midvale Steel, Simond's Rolling Machine and Bethlehem Steel. Gantt é mais conhecido e lembrado pelo chamado *Gantt chart*, ou gráfico de Gantt, usado para programar atividades no tempo e demonstrar o resultado dos programas graficamente ao longo de um eixo horizontal representativo do tempo (veja a Figura 17).

Henry Gantt focalizou seu trabalho na construção de navios para a marinha durante a Primeira Grande Guerra Mundial (IGGM). Ele quebrou todas as tarefas no processo de construção dos navios e as diagramou usando os hoje familiares *grids*, barras e marcos (*milestones*).

Figura 17

Um Exemplo de “Gráfico de Gantt”



Esta técnica de diagramação, que carrega agora seu nome (“gráfico de Gantt”) mostrou-se uma poderosa ferramenta de planejamento e avaliação de progresso de projetos. De fato sua aparência mudou pouco ao longo do Século XX. Foi só nos anos ‘90 que setas foram acrescentadas às barras para mostrar vários tipos de dependência entre as atividades representadas.

(<http://www.ganttgroup.com> ; <http://204.144.189.70/index.htm>)

Gantt foi, entretanto, também um estudioso de métodos de trabalho para melhorar eficiências e um consultor de sucesso. Embora considerado por Taylor um de seus melhores discípulos, Gantt discordava de Taylor em vários pontos. Um era sua crença de que o trabalhador deveria receber sua paga justa por um dia de trabalho e mais um bônus por finalizar a tarefa dentro de determinado tempo, em oposição ao sistema preferido por Taylor de pagamento por unidade produzida. Era menos radical que Taylor no estabelecimento de padrões de trabalho a serem seguidos pelos trabalhadores. Estabeleceu inclusive sistemáticas para os trabalhadores protestarem e solicitarem revisões dos padrões deles exigidos. Outros seguidores do movimento de administração científica, todos, entretanto menos ortodoxos que Taylor, foram Harrington Emerson (1853-1931) e Frank Gilbreth (1868-1924). Emerson era um “campeão da eficiência” com carreira independente de Taylor, tendo re-estruturado completamente as fábricas da Santa Fé Railroad. Entretanto, sendo um aplicador com reconhecido respeito no campo de atuação de ferrovias, e tendo incorporado *a posteriori* as idéias da administração científica de Taylor e divulgado esta “conversão” publicamente, auxiliou para que a administração científica ganhasse status nacional, transcendendo com sua influência, os limites da indústria de aço onde nasceu.

Frank Gilbreth tinha de certa forma um background similar a Taylor. Embora tendo sido admitido ao Massachusetts Institute of Technology, preferiu uma posição de aprendiz de pedreiro. Inconformado com a pouca eficiência no processo de assentar tijolos, no qual o pedreiro tem de erguer seu próprio peso a cada vez que pega um

tijolo no chão, inventou um “andaime móvel” para permitir que os tijolos focassem num nível de altura mais racional. Ele estendeu os estudos de tempo de Taylor para o que chamou de estudos de movimentos, a respeito dos quais fez extensivos estudos na área de construção civil, buscando procedimentos mais eficientes. Foi o primeiro a utilizar câmeras filmadoras para analisar movimentos. Criou também uma categorização de 18 movimentos humanos básicos, chamados Therbligs (Gilbreth *aproximadamente* escrito ao contrário). Não por acaso, Gilbreth tornou-se um dos maiores construtores dos Estados Unidos.

No início do Século XX, portanto, a produção em larga escala, o uso de peças intercambiáveis produzidas por máquinas e a integração vertical já tinha feito dos Estados Unidos o país dos grandes fabricantes. Produções de alto volume eram comuns nos setores industriais de cigarros, aço, óleo, comida enlatada, alumínio, e outras. Entretanto, a adaptação de motores de combustão interna a carruagens (criando os então chamados *horseless vehicles* ou “veículos sem cavalo”) criou as condições para o surgimento de um setor industrial, provavelmente o mais influente no desenvolvimento das técnicas de gestão de operações ao longo do Século XX: o setor automobilístico.

Figura 18

William C. Durant

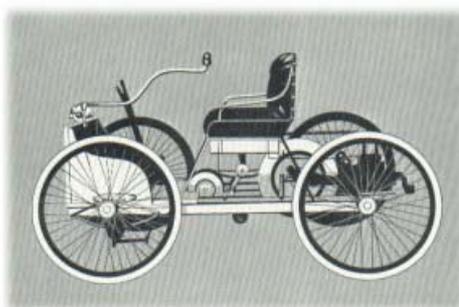


Conforme já mencionado neste relatório, muitos dos primeiros fabricantes de carros eram anteriormente fabricantes de carruagens e de bicicletas. William C. Durant, fundador da General Motors, por exemplo, havia sido o maior fabricante de carruagens e carroças dos Estados Unidos.

Outros eram mecânicos diletantes, como era o caso de Henry Ford. Henry Ford nasceu em Dearborn, em 1863, filho de uma família de posses limitadas, imigrantes irlandeses (Maia, 2.002). O pai, William Ford, trabalhador das estradas de ferro e carpinteiro, tendo mais tarde se estabelecido como fazendeiro, era familiar com máquinas a vapor e logo viu que o filho não se interessava pelas tarefas do campo, tendo-se mudado para Detroit aos 16 anos, trabalhando como aprendiz de mecânico numa oficina de máquinas (e posteriormente numa de motores) de dia e numa relojoaria de noite. Voltou alguns anos depois para o campo para cuidar de uma pequena propriedade que ganhara do pai (numa tentativa a mais de resolver a fixação do filho pela mecânica). Em 1.888, Henry Ford se casaria e iniciaria, no mesmo ano, suas experiências noturnas com motores, numa oficina construída nos fundos de sua casa. Empregou-se posteriormente na Detroit Edison Company, de Thomas A. Edison. Montou em sua oficina “caseira” seu primeiro carro, um quadriciclo, que foi às ruas em 1896. Iniciava-se aí sua trajetória como produtor de carros.

Figura 19

O Quadriciclo de Ford



Partiu para um segundo carro, a ser feito na Detroit Automobile, onde entrara como sócio minoritário, já não como artesão, mas como industrial. Ford já tinha a esta altura o propósito de produzir carros como um bem popular e não como bem exclusivo, destinado aos ricos. Não teve sucesso na tentativa inicial e a primeira empresa com que se associou foi à falência um ano mais tarde. Ford alugou então um galpão para continuar com seus experimentos. Montou mais alguns carros (o Arrow e o 999 – com o qual bateu o recorde americano de velocidade, segundo Maia, 2.002) com intuito de participar de corridas. Participou e ganhou. Era o prestígio de que precisava. Surgiu a partir daí a Ford Motor Company (sucendo a outro fracasso anterior de nome Henry Ford Company – que mais tarde viria a se transformar na Cadillac Automobile Company, posteriormente adquirida pela General Motors em 1909). Em 1903, Ford produziu industrialmente o primeiro carro chamado de Modelo A, com motor de 2 cilindros – veja a Figura 20. Vendeu 1.708 unidades no primeiro ano. Os modelos se multiplicaram inclusive com motores de quatro e seis cilindros.

Em 1808, ocorreram dois eventos que teriam grande influência no progresso da indústria automobilística. William Durant (o anteriormente grande fabricante de carruagens), trabalhando de sua base na Buick Motor Company, formou a General Motors Company (incorporando a Buick, a Olds, no ano seguinte a Oakland e a Cadillac e dois anos mais tarde por aquisições e troca de ações, incorporou em torno de mais 20 empresas – onze fabricantes de automóveis, o restante, de peças e acessórios⁹) e Henry Ford anunciou o seu novo “Modelo T”.

⁹ Ao contrário dos outros fabricantes de carros, que eram predominantemente montadores de peças compradas de fornecedores, por integração vertical, Durant e a General Motors em 1910 já produzia grande parte das peças usadas nas suas montagens.

Figura 20

O Primeiro Ford Modelo A – 1903



Cada um representava mais que apenas homens e suas empresas, representavam filosofias diferentes que se sucederiam na liderança da indústria automobilística em períodos diferentes das primeiras décadas do Século XX. O primeiro período foi o da liderança de Ford – durou 19 anos, o período de duração de seu Modelo T. Sucedeu-se um período longo de liderança da General Motors. Os dois homens que melhor entenderam a oportunidade representada pelo automóvel em seus primeiros anos foram Durant e Ford (Sloan Jr., 2.001, original de 1963). Na época, o automóvel ainda era apreciado como esporte, em especial por banqueiros; seu preço era muito acima do mercado de massa, eram pouco confiáveis mecanicamente e as estradas não eram boas, o que levava, além de um preço inicial alto, a um custo de manutenção também alto. Em 1900, apenas 4.000 carros foram produzidos nos Estados Unidos, a maioria de forma ainda artesanal, ao estilo dos fabricantes das carruagens e dos fabricantes Europeus de então, como a Daimler.

Em 1908, entretanto, enquanto a indústria automobilística americana produzia apenas 65.000 automóveis por ano (a Buick, maior fabricante de então havia feito 8.487 carros em 1908, comparado a 6.181 Fords e 2.380 Cadillacs), Durant já previa uma produção de 1 milhão de carros por ano e Ford já tinha encontrado um meio de tornar aquela visão realidade: seu “Modelo T” (Sloan Jr., 2.001).

Figura 21

Henry Ford e seu Lendário “Modelo T”



Henry Ford (1863-1947)



“Construirei um carro para as grandes massas, feito com os melhores materiais, pelos melhores homens que puderem ser contratados e seguindo os projetos mais simples que a moderna engenharia puder conceber [...] de preço tão baixo que qualquer homem que ganhe um bom salário seja capaz de possuir – e de desfrutar com sua família a bênção das horas de prazer nos grandes espaços abertos da natureza” – declaração de Henry Ford no início da carreira como produtor de carros (Tedlow, 2.002).

Os americanos gostaram muito do Modelo T (mais de 15 milhões de unidades foram vendidos de 1908 a 1927, quando foi descontinuado) e do homem que os fabricava. Ford tinha origem simples e fazia questão de diferenciar-se dos ricos banqueiros e seus modos aristocráticos da época. Ford posicionou-se claramente como defensor dos agricultores. “O Modelo T, mais que qualquer outro, é o carro do agricultor”, dizia. Veja no Boxe 2 mais informações sobre a personalidade de Henry Ford.

A demanda do Modelo T (um semi-utilitário, que fazia as vezes, um pouco de charrete, um pouco de trator, um pouco de carruagem) superou seus sonhos mais otimistas. As conseqüências que vieram deste sucesso alteraram substancialmente o mundo no Século XX: a fábrica de Highland Park, a linha de montagem móvel e o salário de 5 dólares diários pago aos funcionários, para citar algumas das coisas que Ford implantou e que discutiremos a seguir.

Boxe 2

O “Homem” Ford

Interessantemente, por mais que suas marcas como empreendedor tenham alterado a forma como o Século XX foi, alguns biógrafos comentam que alguns aspectos da personalidade de Ford podem ser considerados no mínimo como polêmicos. Um dos críticos mais ácidos é Richard Tedlow (Tedlow, 2.002), que afirma que, embora a reputação de uma pessoa possa ser manipulada, mais cedo ou mais tarde a realidade deve ser encarada. Na verdade, segundo o autor, Ford disse muitas coisas e tomou muitas ações que foram inconsistentes, auto-destruidoras e até ruins para o negócio. Segundo Tedlow (op. cit), não seria difícil reunir uma série de citações que fariam Ford parecer um idiota. Veja por exemplo, uma explicação atribuída a Ford, dada a repórteres a respeito de sua crença na reencarnação: “Quando o automóvel era uma novidade e um deles vinha pela rua, uma galinha que estivesse ciscando no meio da rua corria para casa – e em geral morria. Mas hoje, quando um carro vem chegando, uma galinha correrá para a calçada mais próxima. Essa galinha já foi atropelada em uma vida passada.”

Tedlow cita ainda como um bom exemplo do problema que a personalidade de Ford causava, o seu “pacifismo”. Essa era uma crença que ele alardeava cada vez mais bombasticamente à medida que a IGGM se arrastava em 1915. O próprio Ford declarou publicamente que atearia fogo a suas fábricas se fosse forçado a colaborar no esforço de guerra. No final de novembro de 1915, fretou seu famoso “navio da paz”, o Oscar II, para viajar para a Europa e levar paz às nações beligerantes. Depois de zarpar, declarou que os soldados nas trincheiras deveriam fazer uma greve geral. Continuou ainda com declarações polêmicas por algum tempo. Entretanto a transformação de Ford de anjo da paz em Vulcano teria levado menos de uma semana. A Ford Motor Company tornou-se o principal fornecedor de material de defesa em 1917 e 1918 e lucrou imensamente com isso. Em relação aos sindicatos trabalhistas, Taylor tinha também práticas polêmicas. Teria, por exemplo,

infiltrado espiões com passado sombrio em suas fábricas durante a década de 30 para monitorar sua força de trabalho. Era um dos empregadores mais ardentemente contra-sindicais dos Estados Unidos. Mandava surrar organizadores e foi uma grande sorte não ter havido mortes em embates ocorridos. Então de repente, depois de combater intensamente os sindicatos e o governo por anos, Ford cedeu e concedeu o contrato mais generoso do setor. Entretanto, segundo Tedlow (op. cit.), nenhuma análise da peculiaridade dos entusiasmos de Ford ou da intensidade de sua ira, seria completa sem uma análise de seu anti-semitismo, que se misturava de alguma forma indecifrável com seu pacifismo. Ford odiava os judeus com a mesma inconsistência virulenta com que abordava outros assuntos. No final de 1918, Ford comprou um pequeno jornal denominado *Dearborn Independent*. Em 22 de maio de 1920, sem nenhuma razão específica que alguém pudesse identificar, essa publicação começou uma campanha contra os judeus que foi descrita como “a primeira agitação anti-semítica sistemática nos Estados Unidos”. Escreveu: “O poder bancário judeu internacional começou a guerra e a manteve viva... os judeus estavam planejando destruir a civilização cristã” e outras afirmações, para dizer o mínimo, muito questionáveis. Estes e numerosos outros exemplos, demonstrariam, segundo alguns biógrafos, um homem sem posturas pessoais muito firmes ou corretas.

Em 1910, a Ford mudou-se para um imenso complexo industrial em Highland Park, no subúrbio de Detroit, veja a Figura 22. Mais de 30 mil pessoas trabalhavam naquela fábrica. O Modelo montado lá era o Modelo T. O desenvolvimento do Modelo T e a manutenção fiel à idéia inicial de “carro popular” foi uma vitória pessoal de Ford, pois sofreu muitas pressões de acionistas e colaboradores próximos para concentrar-se em modelos mais luxuosos e caros. Na concepção de Ford, o Modelo T é o que o mercado deveria querer combinado com o que um automóvel deveria ser.

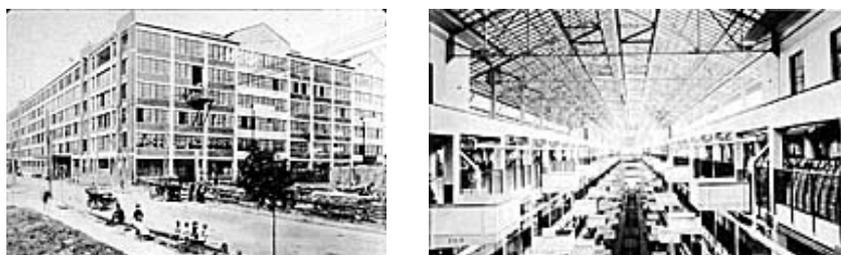
“A forma de fazer automóveis”, disse Ford a um de seus sócios em 1903, “é fazer-los todos iguais, fazer-los sair da fábrica exatamente iguais – da mesma maneira que um

alfinete é igual a outro alfinete...” Esta afirmação não é precisa em relação, mesmo ao Modelo T, que admitia algumas variedades de carroceria, inclusive com preços diferenciados. (Tedlow, 2.002).

Para compreender o que foi o modelo T, devemos primeiro entender o que era um “modelo” de automóvel no início do Século XX. Nem todos os Modelos T eram iguais em todos os aspectos. “Modelo” referia-se a uma combinação de chassi, motor, transmissão e suspensão. A “carroceria” era um item especificado independentemente. Era possível um comprador de Modelo T em 1912 ter um Runabout (lugares para motorista e um passageiro), um Touring Car (dois lugares na frente e três atrás), um Town Car (com compartimento separado atrás) e um Delivery Wagon (furgão).

Figura 22

Fábrica da Ford em Highland Park – Vista Externa (esquerda) e Interna (direita), em 1918



Os preços variavam de US\$525 a US\$800. Nem todos os carros Ford circulando pelas ruas também tinham a cor preta, pois surgiu uma grande variedade de oficinas de pintura para atender clientes descontentes com o preto. As modificações sofridas pelo Modelo T ao longo dos quase 20 anos de sua permanência no mercado também foram quase escondidas por Ford, que acreditava piamente que os clientes as veriam com maus olhos, tão fiéis seriam, ainda segundo a opinião de Ford, ao Modelo T.

VI. OS ANOS 1910-1920

Highland Park foi inaugurada em 1910. Parte da fábrica não era nova. Alguns equipamentos foram trazidos de outros lugares. Toda a programação para manter a produção em fluxo e não interrompida também já havia sido testada. Entretanto isso nunca havia sido feito numa escala tão monumental, para produzir um produto tão complexo como o Modelo T. A decisão de fixar-se num só modelo permitiu que os projetistas especificassem e produzissem equipamentos dedicados, o que conseguiu garantir os níveis de altíssimos volumes com simultânea consistência dimensional. A partir de 1913, Ford introduziu uma outra mudança de processo que faria com que seus índices de produtividade crescessem drasticamente: os produtos a serem montados agora fluiriam de estação de trabalho em estação de trabalho, indo de encontro aos montadores, ao invés do contrário. Estava criada a linha de montagem móvel.

Henry Ford (1863-1947), trouxe, em escala nunca antes tentada, para o ambiente industrial, os princípios da administração científica – divisão do trabalho, escolha do trabalhador certo para o trabalho, juntando-os com o princípio da intercambialidade de peças (que houvera sido desenvolvido na indústria de armamentos por Eli Whitney, no Século anterior e trazidos para a indústria automobilística em torno de 1900 por Henry Leland, na Cadillac) produzidas automatizadamente em enormes quantidades e acrescentou a estes a idéia de padronização dos produtos e de fazer produtos moverem-se enquanto estações de trabalho ficavam estáticas. Desta forma aumentava-se substancialmente o tempo relativo de agregação de valor aos produtos em relação ao tempo total de permanência dos materiais em processo dentro das unidades fabris, com grande aumento de produtividade. Foram os anos dourados da Ford Motor Co. A idéia de linha de montagem móvel estava circulando pela Ford desde 1907 e a idéia foi evoluindo até desembocarem em Highland Park, em 1913.

Segundo David Hounshell, um colaborador, sobre a instalação das linhas de montagem móveis na Ford em 1913:

Figura 23

Uma das Primeiras Linhas de Montagem Móveis da Ford Motor Co. em Highland Park, em 1913



“de alguma forma pareceram um outro passo nos anos de desenvolvimento da Ford, embora (também), de alguma forma, (pareçam ter), subitamente, caído do céu... Ainda antes do fim daquele dia, alguns dos engenheiros sentiram que haviam conseguido algo de extraordinário... Vinte e nove trabalhadores que montavam 35 a 40 magnetos por dia cada nas bancadas (ou um a cada 20 minutos) montaram 1.188 magnetos na linha (ou cerca de um a cada treze minutos e dez segundos por pessoa).”

E isso foi só o começo. Nos meses que se seguiram, mais e mais partes e subconjuntos passaram a ser feitos com linhas móveis de montagem. Antes da implantação da linha de montagem móvel um chassi levava doze horas e vinte e oito minutos para ser montado. Na primavera de 1914, a mesma tarefa podia ser feita em uma hora e trinta e três minutos. Um jornalista da área industrial pediu a seus leitores que imaginassem o que significava uma produção de 200 mil automóveis por ano: 1 milhão de rodas, e outros tantos pneus, 400 mil couros de vaca, 200 mil metros quadrados de vidro, 90 mil toneladas de aço e 2.600 toneladas de crina para os assentos. Significava um Modelo T com suas 5.000 peças componentes, saindo da

fábrica a cada 40 segundos, todos os dias úteis. Significava cinco trens com 40 vagões deixando a fábrica todos os dias úteis, carregados com Modelos T. Não bastasse isso, em janeiro de 1914, o executivo da Ford, James Couzens lia num press release para repórteres de três jornais de Detroit:

“A Ford Motor Co., a maior e mais bem sucedida empresa fabricante de automóveis do mundo, iniciará em 12 de janeiro, a maior revolução na forma de remuneração de seus empregados jamais vista no mundo industrial. De uma só vez reduzirá o período diário de trabalho de nove para oito horas e dará a cada um de seus funcionários uma participação nos lucros da empresa. Dessa forma, a menor quantia que um funcionário de 22 anos ou mais receberá será de 5 dólares por dia...”

Para se ter uma idéia do que isso representava, os salários haviam sido recentemente aumentados em 13% (em outubro de 1913), indo para 2,34 dolares por dia. Agora sem coerção, a Ford estava mais que dobrando um salário já competitivo. Isso teve um impacto tão grande que tornou o nome de Henry Ford falado no mundo todo. Havia razões para esta medida além da publicidade. A rotatividade em Highland Park havia chegado a 370% em 1913. Havia sido contratados mais de 50.000 empregados para manter uma força de trabalho direta de aproximadamente 13.000 funcionários.

Uma espiral de custos decrescendo pelos volumes maiores levando a preços mais baixos que por sua vez alavancam vendas maiores e correspondentemente volumes maiores com custos decrescentes começou e só se amplificou por muito dos anos 10.

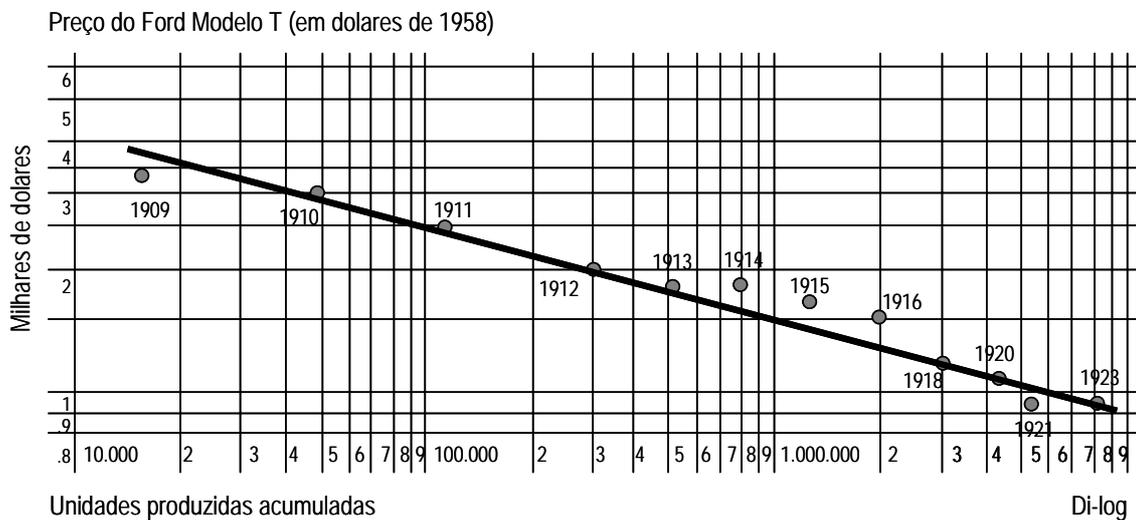
Veja a curva da Figura 24 para entender as reduções de custos de um automóvel Ford de 1909 a 1923. Durante este período, as alterações de projeto do produto Ford modelo T (feito exclusivamente na cor preta) foram pouquíssimas. A idéia básica de Ford era a de que repetição e padronização de tarefas trariam competência no aumento de eficiência. Ford, focalizando-se em melhoramentos contínuos de

processo (para isso mantendo o design do produto bastante estável por quase 20 anos – “o consumidor podia ter qualquer carro Ford desde que fosse Modelo T, preto”) de produção de um único produto (ainda que admitisse carrocerias diferentes) obteve um sucesso empresarial estrondoso.

No mesmo ano de 1913, em que Ford instituía sua linha de montagem móvel, um outro desenvolvimento importante aconteceu, na área de gestão de operações. Como se pode imaginar pelos volumes tratados e por um ambiente crescentemente competitivo, a preocupação com os custos de estoques escalava, já no início dos anos '10. Data deste ano a publicação, por um engenheiro trabalhando para a Westinghouse, chamado Ford W. Harris (Harris, 1913) de um artigo chamado “*How many parts to make at once?*” (quantas peças produzir de cada vez?).

Figura 24

Reduções de Custos para o Modelo T da Ford ao longo do Período 1909-1923



A preocupação de Harris era com a determinação de quantidades de lote a produzir em sua fábrica de forma a, considerando os custos de estocagem resultantes dos

tamanhos de lotes escolhidos (Harris assumiu o raciocínio: quanto maiores os lotes, maiores os estoques médios e correspondentemente maiores os custos anuais de armazenagem) e os custos “fixos” de preparação de uma máquina (custos também chamados de custos de *setup*; Harris considerou que quanto maiores os tamanhos de lote, menores os custos totais incorridos num ano, numa fábrica com *setups*), qual seria o tamanho de lote que minimizasse os custos anuais somados de estocagem e de *setups*? A modelagem matemática proposta por Harris resultou no desenvolvimento da chamada fórmula do lote econômico (no sentido de ser um tamanho de lote que minimiza o total dos custos considerados). Esta fórmula de lote econômico ainda hoje é muito utilizada por práticos na indústria. Entretanto, o próprio Harris em seu artigo chama a atenção para os pressupostos assumidos (demanda constante, custos bem conhecidos e com comportamento linear) e para as variáveis não consideradas (como os custos de falta por exemplo) e sugere que a fórmula seja usada pelos gerentes para checar suas próprias impressões e que usem fatores de correção se acharem necessário. Este aspecto às vezes é negligenciado hoje por usuários desta formulação.

Ainda nesta década, explorando o uso de abordagem analítica (“científica”) para melhor equacionar questões operacionais, tem início o desenvolvimento da chamada “teoria das filas”. Trata-se de uma série de fórmulas matemáticas que iniciaram a ser desenvolvidas nos Estados Unidos para estudar o problema de congestionamentos de chamadas em centrais telefônicas em Copenhague pelo matemático A.K. Erlang (1878-1929). Em 1917, ele publicou um artigo propondo uma teoria para o tráfego de ligações telefônicas, na qual ele era capaz de determinar a probabilidade de diferentes números de ligações estarem aguardando para ser atendidas e o tempo médio mais provável de espera quando o sistema estivesse em equilíbrio. Esta foi a origem da teoria das filas (Russell e Taylor III, 1998).

Diferentes modelos analíticos (como aquele de Erlang) hoje existem para modelar diferentes situações, por exemplo, diferentes distribuições probabilísticas para as

taxas de chegadas de clientes e diferentes distribuições para os tempos de atendimento. Com a formulação da teoria das filas passou a ser então possível estimar-se probabilidades referentes a tempos médios de permanência no sistema, tamanho médio de fila, tempos médios de ocupação dos recursos operacionais, entre outros. A teoria das filas evoluiu bastante sendo hoje considerada uma parte da pesquisa operacional, mas mais recentemente perdeu bastante de sua utilidade para os modernos sistemas de simulação computacional que podem modelar numericamente situações bem mais complexas que aquelas tratadas pela teoria das filas.

VII. OS ANOS 1920-1930

Voltando à indústria automobilística, a estratégia absolutamente focalizada de Henry Ford teve grande sucesso o que representou a possibilidade de a Ford Motor Company tornar-se uma grande corporação já nos anos '10. Pouca gente imagina que em 1926, a Ford sozinha já produzia em torno de 2 milhões de carros por ano (Sloan, 1999) (o Brasil com suas em torno de 14 montadoras, produziu um total aproximado de 1,5 milhão de carros no ano de 2002).

O conceito de Henry Ford, de um modelo sem variações ao menor preço do mercado, expresso no Modelo T, dominava o grande mercado já há mais de uma década. Outros conceitos, entretanto também estavam presentes, como aquele implícito em cerca de 20 fabricantes de carros de pequeno mercado e altos preços, além dos vários carros de preços intermediários. A General Motors, com origem e crescimento por aquisições de outras empresas (diferentemente da Ford que cresceu a partir de um núcleo único) tinha nesta época 7 linhas de veículos:

- Chevrolet (dois modelos bem diferentes entre si)
- Oakland (antecessor do Pontiac)

- Olds (mais tarde Oldsmobile)
- Scripps-Booth
- Sheridam
- Buick e,
- Cadillac

Destes, segundo Sloan Jr. (2.001), apenas dois: Cadillac e Buick tinham conceitos claros: Buick com preços médios altos e alta qualidade e Cadillac no segmento de alto luxo e altos preços. Eram os líderes de seus segmentos.

Não havia na GM uma política abrangente de mercado e preços para o conjunto de suas linhas. O resultado era a concorrência entre linhas. Além disso, não tinha concorrente no segmento de baixo preço, dominado completamente pela Ford (em 1921, o Chevrolet, produto mais “popular” da GM custava cerca de US\$ 300 a mais que o Ford Modelo T). A Ford dominava mais de metade do mercado, em unidades. Na ausência de uma política corporativa, cada divisão responsável por uma linha atuava de forma quase independente. E todas as divisões de carros, exceto o Buick e o Cadillac estavam perdendo dinheiro além de a GM estar nitidamente perdendo participação no mercado. Em 1920 tinha em torno de 17% do mercado em 1921 apenas 12%. A Ford em compensação estava subindo de 45% em 1920 para 60% em 1921. A General Motors notou que necessitava de algo novo para continuar concorrendo. Definiu então que entraria no mercado de baixo preço, desafiando o domínio da Ford com um carro novo e revolucionário. Decidiu também que o propósito da organização seria ganhar dinheiro e não apenas fazer carros. Para isso, seria necessário racionalizar custos e a linha de produtos, diminuindo as superposições.

A nova política de produtos proposta então por Alfred Sloan Jr., o novo CEO foi: Introduzir uma linha de carros em cada segmento de preço, do mais baixo para o mais alto, mas não entrar no mercado de carros de alto luxo e pequeníssimos volumes; segundo, que os degraus de preço não deveriam deixar grandes vazios na linha, mas ser espaçados o suficiente para permitir produção em massa; e terceiro, que não deveria ocorrer superposição nos segmentos. Segundo Sloan Jr. (2.002), depois de tantos anos, a idéia desta política parecia simples, como a de um fabricante de calçados de vende-los em mais de um tamanho. Entretanto não parecia tão simples à época, quando Ford tinha mais da metade do mercado trabalhando em apenas dois segmentos (Modelo T, com altíssimo volume e baixo preço e o Lincoln, de pequeno volume e preços altos). Por muitos anos a GM foi a única a perseguir esta política. No segmento de baixo preço, a decisão da GM não foi de tentar igualar a Ford em preço, mas de oferecer um produto muito melhor com preço próximo de forma a atrair demanda mesmo com preço mais alto. Isto também procurava capitalizar o fato que o Modelo T, um carro já com um projeto de 15 anos, estava se obsolescendo.

Acreditava-se na GM que nos anos subseqüentes, na medida em que o consumidor americano fosse se tornando mais exigente, a política de produtos da GM seria vencedora.

Do início para o meio dos anos '20, de fato, a sociedade americana passava por alterações substanciais. Os mercados evoluíam e tornavam-se mais sofisticados. As pessoas tinham maior poder aquisitivo e, portanto passavam a demandar produtos mais próximos de suas necessidades e desejos específicos.

Sumariando, em relação ao mercado que torna-se mais sofisticado, criam-se as condições para que Alfred Sloan, então recém-empossado como CEO da General Motors estruture uma política de segmentação da oferta de seus veículos, baseado no princípio de que diferentes segmentos de mercado estariam dispostos a pagar diferentes preços por diferentes produtos descrita acima. Juntamente com isso, cria

o conceito de carro do ano (o que deu margem à criação de um forte mercado de carros usados, que serviam de pagamento inicial para novos). A resposta do mercado foi muito favorável, penalizando a política Fordista, de manter o projeto do seu principal produto inalterado e por longos períodos (visando favorecer as curvas de experiência e decorrente aumento de produtividade e redução de custos).

Se a estratégia de Ford teve grande sucesso no início do século quando um veículo semi-utilitários como o modelo T (veja Figura 21) atendeu a necessidades de pequenos proprietários rurais muito sensíveis a preço, o ambiente norte americano de meados dos anos 20, mais sofisticado, favoreceu a política de flexibilização de linha de produtos de Alfred Sloan. Tão forte era a crença de Henry Ford no seu modelo de padronização e integração vertical, que chegou a ter terras no norte do Brasil (há uma cidade no Pará chamada Fordlândia, herança desta época) para que seringais lá plantados produzissem látex para que com ele produzisse a borracha, matéria prima para que fabricasse os pneus para equipar seus produtos.

Figura 25

Ford “Modelo A” de 1928



Sua idéia era de que as fábricas do gigantesco complexo industrial da Ford trabalhassem como fossem uma única máquina, sincronizada para produzir, de forma eficiente, seu único produto.

Quando, algo tardiamente, Ford percebeu a ascensão da política de Alfred Sloan e da General Motors, decidiu alterar sua linha de produtos para produzir o segundo

“Modelo A.” Quase todas as 5.580 peças do novo “Modelo A” de 1927 eram “inteiramente novas”. Assim, o “mecanismo de todas as fábricas da Ford teve de ser reconstruído do zero. Os layouts das fábricas foram modificados, novas instalações foram construídas apressadamente para comportar essas modificações, novas fontes de energia elétrica foram obtidas, incontáveis novas conexões elétricas foram feitas, melhores correias transportadoras foram instaladas e novas máquinas-ferramenta de projetos totalmente novos foram construídas ou compradas aos milhares. Foi a maior transformação de uma fábrica na história da indústria norte-americana. Para realizá-la, Ford, o homem “obcecado pelo tempo”, que por toda a vida adorara mexer com relógios e que fez fortuna reduzindo o tempo necessário para montar um automóvel, teve de fechar as fábricas de River Rouge por seis meses em 1927. Em termos de negócios, isso foi um desastre. Estimativas de custo da paralização variam de 200 a 250 milhões de dólares” (Tedlow, 2.001).

O “Modelo A” foi aclamado em seu lançamento e representou de fato imenso salto em tecnologia do produto, reduzindo a lacuna entre o “Modelo T” e os concorrentes da GM e Chrysler e recobrou um pouco o ritmo de vendas que haviam despencado com a parada das fábricas para troca de modelos. No entanto, a mudança representou muitos desperdícios. Havia pouca ou nenhuma coordenação entre a engenharia de produto, de processo e de produção (um desenvolvimento importantíssimo, mas muito posterior a esta época e que deu origem à chamada *engenharia concorrente*, discutida mais adiante neste relatório).

Esperava-se aparentemente que o Modelo A fosse comercializado como um Modelo T remodelado e atualizado. No final da década de 20, entretanto, o Modelo T estava acabado tanto como produto quanto como “idéia”. A General Motors estava demonstrando que podia produzir em massa um produto mutável em vez de um produto estático. Ao fazê-lo, mudou a base da vantagem competitiva na indústria automobilística americana.

Isto contribuiu muito para que nesta época a General Motors ultrapassasse a Ford como líder mundial em produção de veículos para não mais perder esta liderança, pelo menos até o fim do século, embora a Ford tenha se recuperado um pouco durante os anos da Grande depressão americana (disparada com a quebra da bolsa em 1929), quando, tendo o mercado perdido substancial poder de compra, a habilidade da Ford de produzir veículos de custo baixo tem uma retomada de valorização.

Um importante desenvolvimento ocorrido na área de gestão de operações durante os anos 20 tem a ver com a crescente preocupação com a qualidade dos produtos (inclusive pelas maiores exigências de um mercado que se tornava mais sofisticado) e ao mesmo tempo tem a ver com a concepção tradicional de qualidade vigente neste período que associava qualidade com inspeção ao final da linha de produção, com a separação de produtos bons de ruins para que não se permitisse que produtos fora de padrões chegassem ao consumidor. Ocorre que inspecionar produtos feitos da ordem de milhões por ano, ao que a evolução do paradigma de produção em massa levou passou a ficar proibitivo em termos de custo. Foram então criadas as condições para que uma importante área do conhecimento contribuísse adicionalmente ao que já fizera quando do desenvolvimento da intercambialidade de peças: a estatística. A importância e a contribuição da estatística ao conceito de intercambialidade de peças está associada ao tratamento estatístico das tolerâncias dimensionais – estas tolerâncias devem ser tratadas de tal forma que um conjunto monte independentemente de ajustes específicos entre pares específicos de peças. Quanto à contribuição da estatística para a inspeção e o controle de qualidade de produtos feitos em quantidades maciças, estas têm a ver com a estatística amostral ou indutiva. Segundo este conceito, se uma amostra de um universo de elementos for adequadamente selecionada e dimensionada, ela conterá elementos que permitirão ao analista “induzir” ou afirmar com segurança estatística, sobre as características do universo. Como controlar, e mensurar amostras envolve muito menos esforço e custos do que mensurar o universo de elementos a estatística indutiva pode ajudar, por exemplo a “induzir” conclusões sobre a qualidade do

universo de produtos que saem de uma linha de produção a partir do controle e mensuração de alguns elementos (desde que as amostras sejam adequadamente selecionadas e dimensionadas), feitos de forma muito mais eficiente. Daí nasce o controle estatístico de produção.

Não apenas o controle de qualidade amostral foi desenvolvido nos anos '20. Também o início do desenvolvimento do controle estatístico de processo (uso de estatística para mensurar e analisar variações de processo) data desta época. O pioneiro foi o Walter A. Shewart, que trabalhava para a *Bell Telephone Laboratories* na segunda metade dos anos '20. Em 1926, ele analisou uma variedade de diferentes processos e concluiu: todos os processos produtivos apresentam variabilidade. Identificou duas componentes: um componente estável que aparentava ser inerente ao processo e um componente intermitente. Shewart denominou estas variações inerentes ao processo de variações aleatórias (*random*) e as atribuiu ao acaso ou causas não identificáveis. As variações intermitentes foram chamadas de variações por causas identificáveis ou assinaláveis (*assignable causes*). Ele propôs que as causas identificáveis poderiam ser economicamente descobertas e removidas com um programa sistemático de diagnóstico, mas as causas aleatórias não poderiam ser economicamente identificadas e removidas sem que se fizessem alterações estruturais no processo. A variação de qualquer particular característica poderia então ser identificada e quantificada a partir de amostragem das saídas do processo analisado para identificação de parâmetros básicos de sua distribuição estatística.

Shewart organizou seu material de pesquisa para um curso dado no Bell Labs e posteriormente apresentou sua teoria para o mundo externo numa série de aulas dadas no Stevens Institute of Technology. Este material de aulas foi depois transformado em seu clássico livro "*Economic Control of Quality of Manufactured Products*", de 1931.

Os chamados gráficos de controle de Shewart passaram a ser largamente utilizados bem mais tarde, nos anos '40, já no esforço de guerra (IIGGM). Os que as usaram perceberam substanciais ganhos de qualidade e produtividade mas tiveram alguma dificuldade com seu uso e cálculos. Nos anos de '40 e '50, houve uma extensiva tentativa de simplificação das definições necessárias para uso dos chamados “*control charts*”. Mas a origem de tudo remonta aos anos '20 (Juran e Gryna, 1988).

A “parceria” estabelecida entre a estatística e a gestão de operações desde o tratamento de tolerâncias dimensionais que permitiram o grande salto qualitativo da intercambialidade de peças, passando pela contribuição do controle estatístico de qualidade, seria ainda em muito ampliada com o desenvolvimento da área da pesquisa operacional, a partir dos anos 40 e descrita mais tarde neste relatório.

VIII. OS ANOS 1930-1940

Ao mesmo tempo que o mercado mudava, a mão de obra com a qual Taylor lidava, no início do século, havia mudado também. As pessoas que trabalhavam nas fábricas da época do início dos trabalhos de Taylor egressas do campo ou imigrantes, tinham, normalmente, uma perspectiva de que o trabalho nas fábricas das cidades lhes permitiria ganhar uma quantidade de dinheiro que lhes desse alguma autonomia e a possibilidade de voltar para o campo numa situação financeira mais favorável ou se estabelecer no novo país. Entretanto, nem todos retornaram à terra natal. Muitos acabaram por ficar nas cidades, tiveram filhos, estes filhos cresceram e nos anos 20 ingressam no mercado de trabalho. Um dos pressupostos tayloristas de que os trabalhadores tenderiam a trabalhar mais por mais paga passou a não se verificar de forma tão geral, como acontecia com Schmidt e seus contemporâneos (veja o Boxe 1). No início do século as pessoas sujeitavam-se a condições de trabalho mecânico e muito intenso, pois sua intenção era ganhar boa quantidade de dinheiro o mais rapidamente possível. Numa segunda e terceira gerações, a perspectiva dos trabalhadores, muitos já nascidos na cidade, é de fazer

sua vida futura na própria cidade. Muitos, portanto, não se sujeitariam mais a condições de trabalho tão intenso pois não se trataria mais, na sua perspectiva, de uma período restrito mas de toda sua vida futura. Começa a se observar nas organizações, um aumento desproporcional do absenteísmo e problemas até mais sérios, como a alcoolismo. Nota-se, então, que a abordagem exclusivamente técnica dada por Taylor e seu estudo do trabalho talvez fosse apenas parcial. Alguma atenção deveria ser dada para os aspectos sociais do trabalho. Surgem as primeiras iniciativas de abordagens hoje chamadas sócio-técnicas. Para isso, a área de gestão de operações recebeu contribuições significativas de uma importante área do conhecimento: a psicologia aplicada ao trabalho.

Taylor, sendo um engenheiro na mais reducionista visão do termo, parecia crer que seres humanos poderiam ter seu desempenho maximizado da mesma forma que uma máquina operatriz. Por exemplo, observa que porque um trabalhador “esforça cada fibra de nervo ao limite para garantir a vitória para seu time quando joga baseball”, deveria ser capaz do mesmo no seu trabalho (Taylor, 1911). Embora um destacado desportista, Taylor não apreciou os aspectos psicologicamente diversos entre trabalhar e jogar. Taylor a rigor nunca levou muito em conta o ponto de vista do trabalhador em si.

Embora a administração científica em si não tivesse muita consideração para os aspectos psicológicos do trabalho, foi valiosa em chamar a atenção para aspectos como autoridade no trabalho, motivação, liderança e treinamento. De fato os primeiros escritores sobre a psicologia do trabalho mostram seu respeito pelo trabalho desenvolvido por Taylor (embora assinalem suas discordâncias sobre pontos essenciais). O reconhecido pai da psicologia industrial foi Hugo Munsterberg (1863-1916). Nascido e educado na Alemanha, Munsterberg mudou-se para os Estados Unidos e estabeleceu um importante laboratório de Psicologia na Universidade de Harvard, onde estudou uma série de situações relacionadas com educação, crime, filosofia e indústria. Em 1913, em seu livro “*Psychology and Industrial Engineering*”, ele mostra seu respeito pela lógica da administração

científica e diretamente trata questões em três partes chamadas “The best possible man” (o melhor homem possível, sobre seleção de trabalhadores para o trabalho), “The best possible work” (o melhor trabalho possível, sobre condições de trabalho e treinamento) e “The best possible effect” (o melhor efeito possível, sobre atingimento de metas gerenciais). Este trabalho seminal pavimentou a estrada para um fluxo contínuo de trabalhos e experimentação sobre psicologia industrial, que culminou com os estudos Heathorn. Outra importante contribuinte do movimento de desenvolvimento da psicologia industrial foi Lillian Gilbreth (1878 – 1972) que trabalhava diretamente no movimento de administração científica, junto com seu marido Frank Gilbreth, um dos seus pioneiros. Seu livro “The psychology of management” (1914) foi um dos trabalhos seminais da área, baseado em sua tese de doutoramento. Sua premissa era que pela sua ênfase na seleção do funcionário mais apto para o trabalho, treinamento extensivo e gestão funcional, a administração científica tinha amplas possibilidades de oferecer desenvolvimento pessoal às pessoas, enquanto a administração “tradicional” centralizava a gestão numa figura central, uma tese bastante questionada hoje em dia.

Figura 26

Lilian Gilbreth



Um desenvolvimento muito importante da psicologia do trabalho foram os trabalhos de pesquisadores como o liderado por Elton Mayo (1880 – 1949) (da Harvard Business School) na Western Electric. Estas iniciativas ficaram conhecidas como os

estudos Hawthorn, numa referência à cidade onde se encontrava a fábrica da Western Electric onde os estudos foram feitos no estado americano de Illinois.

Figura 27

Elton Mayo



Os estudos Hawthorn foram conduzidos em 1930 e o interesse era estudar os efeitos do ambiente de trabalho nos trabalhadores daquela planta da Western Electric, particularmente num setor de enrolamento de bobinas. O estudo foi motivado por um fenômeno comum à época, mas que se apresentavam de forma severa naquela fábrica em particular: conflitos entre os trabalhadores e a gestão, apatia com o trabalho, tédio, absenteísmo, alcoolismo, etc. Os pesquisadores de Harvard estavam interessados particularmente nas razões pelas quais uma organização não operava da forma que devia. Durante este estudo, para surpresa dos pesquisadores, concluiu-se que independente das alterações que se processavam nas condições de trabalho, as saídas (a produção) continuavam a crescer durante o experimento. Testaram diferentes graus (crescentes) de luminosidade e as produtividades mostraram-se crescentes com a luminosidade. Quando a luminosidade começou a ser reduzida (até o nível de “lunar”), a produtividade continuou a crescer! Descobriram através de entrevistas que os funcionários apreciavam a atenção que estavam tendo e a participação nos experimentos e isso estava sendo um fator de motivação.

Mais tarde, Elton Mayo modificou sua visão a partir desta conclusão original, argumentando que o trabalho é essencialmente uma atividade de grupo, e que os trabalhadores buscam uma sensação de pertencimento, não apenas ganhos financeiros, nos seus trabalhos. Enfatizando a necessidade de ouvir e aconselhar para aumentar o nível de comprometimento da força de trabalho, o movimento de psicologia industrial mudou a ênfase da gestão de mera “eficiência técnica”, o foco principal do Taylorismo, para uma orientação mais rica e complexa para relações humanas.

A partir deste estudo e de muitos outros que se seguiram, muitas empresas estabeleceram gestão de pessoal, gestão de recursos humanos e práticas inovadoras para motivação dos funcionários. A área de psicologia industrial muito veio a contribuir com o desenvolvimento da área de gestão de operações, principalmente em chamar a atenção para o fato de que a abordagem Taylorista, exclusivamente técnica e reducionista não era suficiente. Uma abordagem sócio-técnica deveria ser adotada em sistemas produtivos.

Deste período, datam as primeiras iniciativas das organizações de estabelecer caixas de sugestões, clubes de funcionários, incentivos diferenciados, muito mais atenção para o ambiente de trabalho e para fatores motivacionais.

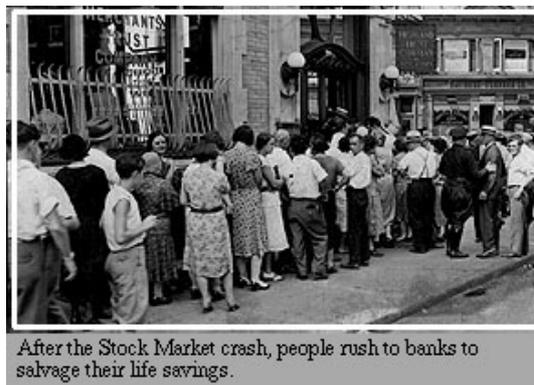
A década dos anos 30, desde seu início, trouxe alguma turbulência para os mercados industriais americanos. 1929 é o ano da grande quebra da bolsa de valores americana. A produção industrial cai e esforços ainda maiores são direcionados para redução de custos em processos produtivos. Muitas unidades produtivas já trabalhavam em níveis de produção em massa. A preocupação com qualidade era crescente. Como a demanda caiu no período de recessão, nem todos os fabricantes de produtos conseguiriam vender sua produção total. Isso significa que o cliente ganha importância no processo e aspectos como qualidade de produtos, design, variedade e outros passam a ser mais valorizados pelas organizações. O tratamento de qualidade desta época ainda era muito relacionado à inspeção ao fim da linha.

Inspetores treinados eram instruídos a inspecionar os produtos e separar os bons dos defeituosos.

Em 1934, entretanto, aparece um artigo que representou uma evolução importante em relação ao desenvolvimento da fórmula do “lote econômico”, que houvera sido desenvolvida por Harris (1913) em meados dos anos '10. A fórmula foi então desenvolvida por Wilson (1934) que formulou um modelo completo de gestão de estoques baseado na definição de Harris – o sistema de “reorder point” (ou ponto de pedido), que, pelas limitações computacionais, restringia-se a resolver o problema de gestão apenas de itens de demanda independente que tivessem a demanda aproximadamente constante. Esta restrição foi relaxada em termos práticos apenas com o desenvolvimento do modelo de Wagner-Whitin (Wagner and Whitin, 1958) em 1958.

Figura 28

Depois da Quebra da Bolsa de Valores Americana (1929), as Pessoas Correm aos Bancos para Recuperar suas Poupanças



Este modelo considera o problema de determinação de tamanhos de lote quando a demanda é determinística mas variável criando as condições para que o sistema de TPOP (*time phased order point*, ou ponto de pedido escalonado no tempo), nos anos

'80 fosse criado e com ele a lógica de *dynamic lot sizing* (determinação de tamanhos de lote de forma dinâmica, dependente da demanda futura, não constante). Foi nos anos '30 também que empresas de porte como a DuPont Powder e a General Motors começaram a usar extensivamente modelagem mais sistemática e matemática para previsão de demanda e gestão de estoques. Estas práticas originais destas empresas foram rapidamente imitadas e incorporadas por outras organizações (Johnston, 1.999)

Os anos 30 decorrem com certa turbulência. Em 1939 explode a Segunda Grande Guerra Mundial (IIGGM).

IX. OS ANOS 1940-1950

Esforços são direcionados pelas empresas manufatureiras para apoiar seus respectivos países no esforço de guerra. Áreas como a logística, o controle de qualidade e os métodos de produção mais eficientes acabaram por beneficiar-se deste esforço. Uma das áreas que mais progrediu na época da IIGGM foi o uso de técnicas de programação e análise matemática para identificação de pontos mais favoráveis de operação. Foi a origem da pesquisa operacional.

Em 1936, um time de cientistas foi criado na Royal Air Force (Força Aérea Britânica) para analisar como operar o recém criado equipamento “radar”¹⁰. Era natural referir-se ao grupo como estando preocupado com pesquisa sobre como operar o equipamento mais que em como projetar o equipamento, daí a designação

¹⁰ Há relatos entretanto de uso militar anterior de análises matemáticas, por exemplo na IIGM. Na Inglaterra algum trabalho foi feito por F.W. Lanchester cujos artigos sobre as relações entre vitória, superioridade numérica e superioridade de poder de fogo apareceram em 1914 e 1915 (Lanchester, 1916) citado em Keys, 1995, p. 48. Seus esforços de descrever complexas operações militares com equações matemáticas não tiveram efeito nas operações durante a guerra. Nos Estados Unidos, Thomas Edison fez estudos sobre a guerra anti-submarinos para o Naval Consulting Board. Seu trabalho incluiu a compilação de estatísticas para melhorar táticas de evadir-se e de destruir submarinos. Não parece ter tido efeito substancial, entretanto, para as operações de guerra propriamente ditas.

futura da área de conhecimento como “pesquisa operacional”¹¹. Esforços de usar uma abordagem “científica” para apoiar a tomada de decisão, conforme já comentado neste relatório, remontam aos primeiros anos do Século XIX, com as contribuições de Charles Babbage (1832) e primeiros anos do Século XX, com Frederick Taylor e sua “administração científica”. Em torno de 1920, estabeleceu-se a profissão de “consultor em gestão” nos Estados Unidos, embora este desenvolvimento tenha tido uma menor aceitação na Europa que nos Estados Unidos (Urwick e Brech, 1949 *upon Keys*, 1995), onde a união entre “ciência” e indústria foi largamente baseada a associações de pesquisa patrocinadas pelo governo. O impacto positivo da pesquisa operacional durante os anos de guerra facilitou a migração do uso das técnicas de problemas de guerra para problemas industriais e comerciais. Os primeiros analistas de pesquisa operacional viam-se como usando o método científico para atacar problemas militares. Isso não é nenhuma surpresa, dado que muitos deles haviam tido seu treinamento básico como cientistas. Quando solicitados a abordar assuntos afetando a tomada de decisão, usaram métodos familiares nos quais tinham mais confiança.

Uma característica original da pesquisa operacional é que é, ou deveria ser, de caráter iminentemente prático. Seu objetivo é assistir na descoberta de meios para melhorar a eficiência de operações de guerra em progresso ou planejadas para ocorrer no futuro. Para fazer isso, operações do passado são examinadas, para determinar os fatos. Teorias são então elaboradas para explicar os fatos e, finalmente, fatos e teorias são usadas para fazer previsões sobre operações futuras. Os campos originais de uso da pesquisa operacional eram: o estudo de armas (como e porque as armas desempenham do jeito que desempenham com objetivo de melhorarem este desempenho); estudos sobre tática militar (análise de vários métodos táticos com objetivo de melhora-los) e estudos sobre estratégia militar (estudo dos resultados atingidos por vários tipos de operação e os custos em recursos de guerra para obtê-los).

¹¹ Interessantemente, a área ganha o nome de “operational research” na Grã-Bretanha e “operations research” nos

Boxe 3

Curiosidades do Desenvolvimento da Pesquisa Operacional

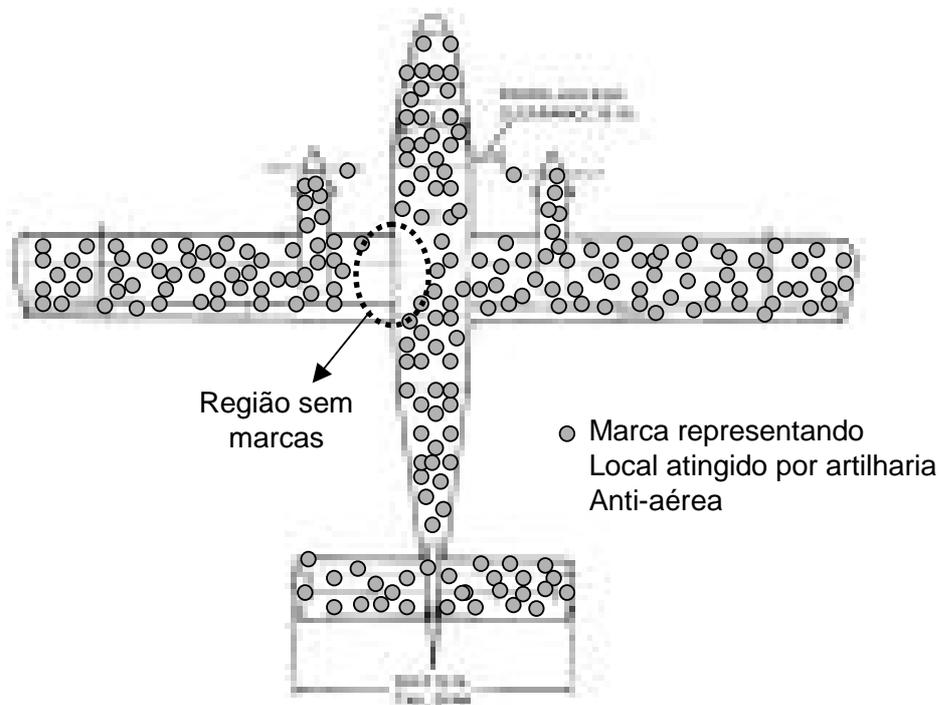
Técnicas de pesquisa operacional auxiliaram sobremaneira o processo de mira para bombardeios aéreos. No início da II GG, o indicador de eficiência de bombardeio, principalmente visando sub-marinos, estava na casa dos 15%. A eficiência de bombardeio era definida como a quantidade percentual de bombas despejadas dos bombardeiros que caíam a pelo menos 300 m (1000 pés) do alvo visado. Com o auxílio e desenvolvimento de técnicas apoiadas pela pesquisa operacional, em dois anos, a eficiência havia subido para 60% (Brothers, 1954) *apud* Clayton & Sheldon <http://mscmga.ms.ic.ac.uk/jeb/or/intro.html>. Desnecessário mencionar as implicações maléficas de uma baixa eficiência de bombardeios.

Durante o inverno de 1941-42, o Comando costeiro britânico estava experimentando resultados bastante decepcionantes quanto à guerra aérea contra sub-marinos. Variações no tamanho das bombas anti-submarino e na altitude na qual as aeronaves soltavam as bombas pareciam afetar pouco os resultados. E.J. Williams, coletando dados sobre ataques aéreos contra os “U-boats” (sub-marinos) alemães durante a primavera anterior mostraram que a maioria dos ataques houvera sido feito sobre sub-marinos ou na superfície ou recentemente submergidos. Submarinos à vista dos aviões quando da sua ofensiva eram claramente mais sujeitos a um ataque que sub-marinos que haviam submergido a profundidades maiores. As cargas (bombas) jogadas, entretanto haviam sido preparadas para explodir a 100 pés (aproximadamente 30 metros) de profundidade, sofrendo um efeito de “abafamento” pela água. Dado que a faixa de letalidade das bombas estava em aproximadamente 20 pés, estava claro que os subs não estavam sofrendo o impacto mais forte possível. Williams sugeriu que a profundidade de explosão das bombas deveria ser reduzida para 20 pés. Com isso aumentou muito a eficácia dos bombardeios

Estados Unidos, ambas referindo-se ao que no Brasil denominamos “pesquisa operacional”.

(estimados em 400%), a ponto de as tripulações dos U-boats reportarem que os aliados estariam usando uma nova forma de bomba muito mais possante.

Ainda relacionado a bombardeiros, a pesquisa operacional auxiliou também na definição de pontos frágeis nas fuselagens dos aviões bombardeiros. Era feita pesquisa sistemática dos aviões bombardeiros, quando voltavam de suas missões, marcando-se num só desenho, todos os buracos achados na parte inferior, por tipo de avião, causados por fogo antiaéreo, assim que chegavam de volta. O resultado, depois desta pesquisa ser feita por centenas de missões, eram padrões como o da ilustração abaixo.



Entretanto, notam-se algumas regiões que não apresentaram furos, na parte inferior de nenhuma das aeronaves analisadas. Por que, se perguntaram os pesquisadores?... Use seu pensamento lateral para criar algumas hipóteses para explicar o fato e cheque com as conclusões dos pesquisadores operacionais, no Boxe 4 ao final do relatório...

É difícil precisar de que forma exatamente a pesquisa operacional cruzou o Atlântico. O diretor do comitê de pesquisa de defesa nacional americano, James Conant, tomou conhecimento das técnicas em uma visita à Inglaterra no outono de 1940 (Keys, 1995, p. 54). Em questão de meses depois de os Estados Unidos terem entrado na IIGGM, havia iniciativas usando técnicas de pesquisa operacional tanto na aeronáutica americana como na marinha.

Vários grupos ao redor do mundo contribuíram para a evolução da área de pesquisa operacional aplicada à gestão de operações.

No final da IIGGM, a vitória dos aliados encontrou o desenvolvimento de grupos de pesquisa sobre pesquisa operacional florescendo em ambos lados do Oceano Atlântico e as forças armadas passaram então a tentar achar formas de não descontinuar estes esforços. A marinha e a aeronáutica foram em geral mais eficazes em manterem seus grupos, o que não ocorreu com o exército que teve alguns de seus grupos desmantelados com o final da IIGGM.

Em 1946, a aeronáutica americana sentiu que haveria a necessidade de uma organização que apoiasse cientificamente as decisões da força aérea quanto a pesquisa e desenvolvimento. Criou-se então o projeto RAND (sigla para *Research And Development* – pesquisa e desenvolvimento). Dez milhões de dólares financiaram o projeto. O núcleo original do projeto foi recrutado da indústria mas logo se associaram também pesquisadores e acadêmicos, primeiro cientistas das ciências físicas de então cientistas sociais também. A pesquisa operacional pós-guerra foi mais voltada à indústria que em outras armas, talvez porque mais que as

outras armas, a força aérea contrata seus suprimentos predominantemente de um setor industrial. Necessita íntimo contacto com fabricantes de aeronaves de combate e seus programas de P&D (pesquisa e desenvolvimento). Em 1948 o projeto RAND tornou-se a RAND Corporation, uma organização que não visa lucro inicialmente patrocinada pela Fundação Ford e existe até hoje como centro de pesquisa na área. Progresso na área de pesquisa operacional militar depois do fim da guerra em geral é considerado segredo militar, o que torna difícil avaliar seu progresso.

Embora a descrição anterior possa dar a impressão que a pesquisa operacional é uma área de aplicação somente militar, isso não é verdade, muito ao contrário. Depois do final da IIGGM, em ambos lados do Atlântico havia um anseio a voltar a “*business as usual*”, ou à normalidade da vida sem guerra. Na Inglaterra, este desejo foi intensificado pela situação econômica precária que a guerra havia causado, com uma premente necessidade de ampliar a produção e as exportações. O conceito de analisar (pesquisar) operações de negócios foi saudado com entusiasmo pela indústria, ávida por processos mais eficientes e eficazes.

O início da pesquisa operacional não militar diferiu, entretanto, em ambos lados do Atlântico. Nos Estados Unidos, com sua então muito competitiva economia, já havia se estabelecido uma tradição na busca de gestão de operações mais eficiente e, portanto mais lucrativa. Horace Levinson, um dos primeiros proponentes da pesquisa operacional nos Estados Unidos, havia iniciado a aplicação de estudos matemáticos com base mais científica para achar pontos mais eficientes de operações trabalhando para L. Banberger & Co., pesquisando hábitos de compras dos consumidores e as relações entre as características ambientais dos bairros e seus hábitos de compra.

Estes são talvez os melhores exemplos de pesquisa operacional pré IIGGM nos Estados Unidos. Segundo Trefethen (1954) *apud* Keys (1995), p. 68., entretanto, houve vários outros. Toda a área de consultoria em gestão, cujas origens teriam muito a ver com a área de pesquisa operacional (achar sistematicamente formas

melhores de operar), com pioneiros como Taylor, Gantt e outros começaram seu trabalho. Estudos de tempos e movimentos (anos '10 e '20), técnicas de controle de qualidade e teoria das filas (anos '20 e '30) e engenharia industrial e vários outros serviços oferecidos por empresas como Booz, Allen & Hamilton and Arthur D. Little auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa operacional não militar e muitas pessoas envolvidas com estas atividades consultivas participaram ativamente do desenvolvimento e “migração” para a pesquisa operacional. O que diferencia, então, estes desenvolvimentos anteriores da pesquisa operacional? Por um lado, argumenta-se que o ponto de vista segundo o qual os problemas são encarados ficou mais amplo.

Em primeiro lugar, enquanto o estudo de tempos e movimentos tratava os elementos, pessoas e máquinas como componentes mecânicos de um sistema complexo, a respeito do qual se tentam fazer previsões de comportamento como se todos os elementos fossem igualmente previsíveis, o psicólogo de um time de pesquisa operacional adicionaria componentes como motivação, por exemplo, às análises (as análises de pesquisa operacional feitas por times multi-disciplinares foi estabelecida durante a IIGGM).

Em segundo lugar, os serviços de então, de consultoria em gestão, não usavam tão intensamente o ferramental matemático e estatístico capaz de lidar com numerosas variáveis que a pesquisa operacional incorporou. As complexas operações de guerra e os cientistas com forte formação matemática mostraram que este ferramental poderia contribuir substancialmente para a solução de problemas complexos.

A situação na Grã-Bretanha, quanto ao desenvolvimento da pesquisa operacional no pós guerra, foi muito diferente. A indústria britânica era mais tradicional, mais dependente das habilidades de artesãos, não havia sido tão ávida por experimentar com métodos inovadores em tempos de pré IIGGM. Um interessante exceção foi o desenvolvimento conduzido no setor algodoeiro a partir de 1926 e adiante: estudos

para reduzir paradas de máquinas de tecelagem começaram a ser desenvolvidos usando tabulação sistemática de dados operacionais nesta época.

De certa forma, esta condição de pouco desenvolvimento anterior à Guerra, segundo Trefethen (1954), teve seu lado favorável: o gestor americano, acostumado a consultores e tentativas de aumento de produtividade através de estudos mais sistemáticos poderia mais facilmente ter uma atitude do tipo: “mas o que há de novo nisso”, quando confrontado com as técnicas mais novas de pesquisa operacional. Isso causou, de certa forma um começo lento de adoção de técnicas (até desenvolvidas durante a Guerra) de pesquisa operacional nos Estados Unidos do pós guerra. A somar-se a isso, ainda deve-se acrescentar um relativo menor interesse em melhorias operacionais nos Estados Unidos que na Europa do pós guerra devido a uma situação muito mais confortável em que se encontravam os Estados Unidos, dado que, tendo sido a Guerra travada fora de seu território, sua indústria sofreu bem menos que a Européia. Além disso, por ter sua indústria permanecido praticamente “intacta” (ao menos por bombardeios), enquanto a indústria européia e japonesa encontravam-se bastante destruídas, os Estados Unidos tornaram-se os grandes fornecedores do mundo no pós-guerra ávido por produtos.

Os industriais britânicos, por sua vez, imediatamente reconheceram a pesquisa operacional como um novo e valioso instrumento de gestão, tendo ela evoluído muito e rapidamente na Grã-Bretanha do pós-guerra.

Em 1946, a Unidade Especial de Pesquisa do Ministério da Indústria e Comércio da Inglaterra foi estabelecida para “aplicar para alguns dos problemas mais amplos dos tempos de paz, os métodos estatísticos e científicos que, na forma de pesquisa operacional, provaram-se tão valiosos em tempos de guerra.”

Entre os problemas analisados por esta unidade de pesquisa estavam os efeitos da variabilidade e padronização na produção e nos custos dos vários itens e na seleção

dos mais adequados equipamentos têxteis, em termos de valor agregado às matérias primas.

Cursos iniciaram a ser oferecidos sobre pesquisa operacional em 1948 no MIT, nos Estados Unidos e em 1949 no University College London. A partir daí espalhou-se rapidamente pela academia no mundo inteiro. Técnicas hoje muito usuais usadas em gestão de operações foram desenvolvidas (como a programação linear¹² e seu mais conhecido método de solução, o método *Simplex*, desenvolvida em 1947, por Geoge Dantzig¹³ e seus desenvolvimentos, a programação inteira, a programação dinâmica, a programação não linear, entre outros).

A situação só viria a se alterar substancialmente na década de '60 através do desdobramento de dois desenvolvimentos: Um foi abrupto, quando a administração Kennedy nos Estados Unidos instituiu o termo “análise de sistemas” (usado para denominar pesquisa operacional usada para problemas mais amplos) no gabinete da secretaria de defesa, o que aumentou muito a demanda por estudos de eficiência em custo de todas as armas. Outro veio ao longo da década, com o aumento da capacidade de software e hardware computacional, que levou a um grande aumento do tamanho e complexidade dos sistemas de simulação. Em outras palavras, pode-se dizer que a pesquisa operacional de certa forma deu origem à área de análise de sistemas.

¹² Os problemas de programação linear são aqueles em que se procura otimizar determinada função objetivo linear envolvendo várias variáveis sendo que estas (ou combinações lineares delas) estão sujeitas a restrições.

¹³ A natureza do problema original atacado por George Dantzig surgiu de sua experiência trabalhando no Pentágono (departamento de defesa americano, durante a IIGGM, quando se tornou um expert em “programação” – métodos de planejamento com calculadoras de mesa). Em 1946, como consultor da Força Aérea americana, ele foi desafiado por seus colegas do Pentágono sobre o que poderia fazer para automatizar o processo de planejamento para mais rapidamente computar um problema escalonado no tempo, de programação de suprimentos, treinamento e de logística. Naqueles tempos pré-computador, mecanização significava usar equipamentos analógicos e cartões perfurados (“programa” naquela época era um termo militar não usado para descrever instruções seguidas por um computador para resolver problemas – chamada “código” à época, mas planos, ou cronogramas propostos para treinamento, suprimentos logísticos ou alocação de unidades de combate) <http://www.statslab.cam.ac.uk/~rrw1/opt95/dantzig.html>.

Outro desenvolvimento interessante que derivou do movimento de estabelecimento no pós guerra da lógica de pesquisa operacional foi o estabelecimento de uma vez por todas de áreas como “planejamento, programação e controle de produção”, “controle de estoques”, “previsões” e outras correlatas, acompanhadas mais tarde pelo surgimento de sociedades que congregam estudiosos e práticos interessados no tema, como a APICS (originalmente, American Production and Inventory Control Society <http://www.apics.org>), fundada em 1957, por exemplo e o Council of Logistics Management <http://www.clm1.org> fundado em 1963 (Johnston, 1.999).

A logística também evoluiu muito, durante a IIGGM, porque uma guerra em escala mundial requeria que munições, alimentos e outros suprimentos como peças sobressalentes de equipamentos e veículos de combate fossem, de forma eficiente, disponibilizados nas várias frentes de batalha, em diversas regiões do mundo, onde fossem necessários.

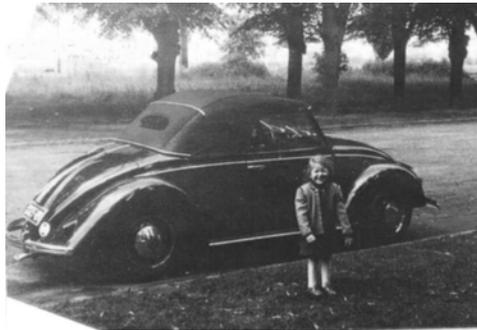
1945 marca o fim da Segunda Grande Guerra Mundial. A guerra, praticamente ocorreu sobre a Europa e o Japão. Numa situação de guerra, os envolvidos não apenas visam objetivos militares mas também industriais dos seus inimigos, de onde saem equipamentos e suprimentos. Se observarmos o impacto da Segunda Grande Guerra na região que é o coração industrial britânico, por exemplo, veremos que a região de Midlands ficou severamente atingida. Veja a Figura 29.

O mesmo vale para outros países. Isto significa que ao final da II GG mundial a capacidade produtiva mundial encontrava-se severamente deprimida. Ao mesmo tempo, a capacidade de demanda, reprimida por muitos anos durante a guerra estava vivendo ou um período de “bolha de consumo”. Combatentes voltavam do fronte com esperança renovada. Houve o fenômeno do “baby boom” com uma grande quantidade de recém-nascidos demandando produtos e serviços em quantidade, além daqueles produtos e serviços requeridos pela população em geral para aplacar suas necessidades reprimidas durante o período de guerra. Desequilibra-se a relação entre suprimento e demanda.

Figura 29**Área Central de Warwickshire no Coração Industrial Inglês, Atingida por Bombardeio durante a IIGGM**

Com isso cria-se um mercado que favorece o ofertante. É um mercado dito “comprador”. Nessa situação, normalmente, os clientes deixam de ser tão exigentes, pois o que querem são produtos - não necessariamente o melhor produto ou de melhor design ou aquele entregue mais rápida ou confiavelmente. Surgem as condições para uma nova onda de valorização dos modelos de produção em massa. No mundo automobilístico, carros como o VW beetle na Europa, passam a liderar os mercados.

As empresas vêem nisso uma oportunidade de ganhar fatias importantes do mercado futuro. Numa situação como esta, praticamente qualquer produto é vendido, não necessitando ser competitivamente superior.

Figura 30**VW Beetle 1948**

Em paralelo, acaba de ser desenvolvido um grande conjunto de técnicas no esforço de guerra, que a rigor, são sub-utilizadas (pelo menos nos Estados Unidos), visto não serem tão necessárias na configuração do mercado de então. Criam-se as condições para que um relativamente longo período de estagnação da área de gestão de operações ocorra no ocidente, pelo menos em termos de novos desenvolvimentos. No Japão, entretanto, esforços estavam sendo disparados pela indústria e sociedade como um todo no sentido da reconstrução e da retomada da atividade industrial, no que seriam as sementes do desenvolvimento do Just-in-Time.

O Just in Time é uma filosofia de produção desenvolvida na Toyota Motor Co. por um gerente de produção chamado Taiichi Ohno.

Figura 31**Taiichi Ohno**

Atribui-se a ele uma parcela considerável de contribuição ao milagre industrial japonês, que levou o Japão, de ser em 1945, um país arrasado por uma guerra na qual saiu derrotado para tornar-se uma das maiores potências industriais do mundo, apenas 3 décadas depois. Não é surpresa que o sistema revolucionário japonês tenha nascido e florescido na indústria automobilística. Isto de certa forma foi deliberado pelo poderoso MITI (*Ministry for International Trade and Industry* – ou ministério de comércio exterior e indústria), que definiu muito claramente as políticas industriais do Japão no pós-guerra e a indústria automobilística estava no seu centro. O MITI proveu direcionamento estratégico, proteção alfandegária (carros importados eram taxados em até 40% na alfândega) e financiamento para as principais duas empresas automobilísticas japonesas da época: a Toyota e a Nissan (a Honda, na época fabricante de motocicletas, chegou a ter problemas com o MITI quando resolver começar a produzir carros). A idéia era criar um mercado interno forte, criar uma concorrência interna forte para forçar as empresas a gradualmente substituírem importações e desenvolverem capacitação de produção compatível com as necessidades de exportação de produtos japoneses (as primeiras exportações de veículos japoneses para os Estados Unidos, um fracasso inicial de vendas, aconteceram em 1957).

Embora o sistema Just-in-Time tenha se popularizado tremendamente a partir dos anos '70, principalmente depois da primeira crise do petróleo (1973), suas origens remontam aos anos '40, após o final da IIGGM. Se os Estados Unidos, como país ganhador de uma guerra que não aconteceu em seu território e conseqüentemente preservou sua indústria, começou a viver talvez o seu período de maior afluência, o Japão, como país perdedor, saía da IIGGM com a moral de seu povo baixa e uma escassez severíssima de recursos.

Em 15 de agosto de 1945 o Japão perdeu a guerra; esta data, entretanto, também marcou um re-início para a Toyota. A Toyota era uma empresa que tradicionalmente produzia teares para a indústria têxtil. Começou a produção de automóveis em 1934, sendo que em torno de 1940 interrompeu sua produção de veículos de passeio para

apoiar o esforço nacional de guerra, produzindo apenas caminhões. Quando terminou a IIGGM, o líder da empresa à época, Toyoda Kiichiro, o presidente, falou: “Alcancemos os americanos em três anos (em termos de produtividade). Caso contrário, a indústria automobilística japonesa não sobreviverá”. Isso significava aumentar a produtividade japonesa por 8 ou 9, o que não é de fato tarefa fácil. Trabalho que estava sendo feito por 100 trabalhadores deveria então passar a ser feito por apenas 10! Para realizar essa missão, os executivos da Toyota concluíram que tinham de conhecer os métodos americanos (e ocidentais em geral) de produção¹⁴ (Ohno, 1988). Mas Ohno e seus colegas perguntaram-se: será mesmo que um americano é capaz de um esforço físico 10 vezes maior que um trabalhador japonês? Por certo os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa. E uma coisa que não podia acontecer num ambiente de recursos escassos como o Japão do pós-guerra é desperdício. Se fossem capazes de eliminar todo e qualquer desperdício, a produtividade se decuplicaria. E esta tornou-se a pedra fundamental do Sistema Toyota de Produção, re-nomeado mais tarde como Just in Time. Uma das economias de desperdício pensadas por Taiichi Ohno foi a de fazer um funcionário cuidar de várias máquinas e não apenas de uma – que está na origem da idéia do uso de configurações de arranjo físico celular pelo Just in Time. Para isso teve de desenvolver o que chamou de autonomia, uma espécie de automação que faz com que a máquina pare quando algo ocorre fora do esperado que possa danificá-la ou à produção, por exemplo. A indústria automobilística japonesa, entretanto vivia momentos difíceis no final da década de '40. O deflagrar da guerra da Coreia em 1950 deu um impulso significativo a ela, principalmente por força das encomendas de caminhões militares.

¹⁴ Embora o termo *benchmarking* tenha sido cunhado muito mais tarde, significando um processo de aprendizado no qual se procuram identificar as melhores práticas em determinado processo ou função e aprender com as empresas ou organizações que as praticam, a Toyota utilizou desta técnica extensivamente. Seus executivos fizeram incontáveis visitas às melhores fábricas ocidentais, na Inglaterra e Estados Unidos, para aprender com suas práticas (a partir de 1947). Praticou extensivamente também a técnica de *benchmarking* chamada “engenharia reversa” (a partir de 1948), adquirindo, desmontando e aprendendo com os produtos concorrentes. Praticou também *benchmarking* de desempenho de produtos, pois passou a participar de *rallies* ao redor do mundo para verificar como seus carros se comparavam em desempenho no campo, diretamente contra seus principais concorrentes.

Importante notar que os princípios e motivação para o desenvolvimento do JIT foi a necessidade colocada pelas condições históricas em que o Japão se viu no pós-guerra. Ohno (1988) se diz um crente no dito popular que “a necessidade é a mãe da invenção”. Narra que seus esforços no desenvolvimento dos blocos componentes do sistema Toyota de produção obedeceu a lógica bem estabelecida de descobrir novos métodos de produção que eliminassem desperdícios e ajudassem a empresa a “alcançar os americanos em três anos”. Por exemplo, um destes elementos é a lógica “puxada” de fluxos de produção. No sistema convencional, um processo inicial enviava continuamente produtos para um processo a jusante, independência das necessidades de produção daquele específico processo. A consequência natural é que por força de mudanças na disponibilidade e produtividade relativas do processo a jusante, estoques de peças tendem a se acumular entre estes dois processos. De alguma forma este desperdício (os estoques) tinha de ser eliminado e isso significava parar imediatamente a alimentação automática de peças provenientes dos processos a montante. Esta necessidade clara fez com que Ohno mudasse seu processo de alimentação de peças. Agora os processos a jusante mandariam um sinal (chamado Kanban, que pode tomar a forma de um cartão como ilustrado na Figura 32) para o processo a montante apenas quando de fato necessitasse de peças para executar sua etapa de produção, desta forma, “puxando” a produção. Com isso, por construção, o acúmulo indesejável de peças entre processos não acontece mais. Just in Time significa portanto que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Importante também notar que o desenvolvimento do Just in Time não aconteceu dentro de um gabinete fechado, feito por luminares e teóricos da administração de empresas.

Figura 32**Exemplo de Cartão Kanban Usado para “Puxar” a Produção em Sistemas Just in Time**

Foi um sistema desenvolvido pela premência das necessidades e obedecendo um racional simples: identificação de desperdícios e trabalhar evolutivamente até achar formas de elimina-lo. Para identificar se uma linha de montagem estava rodando com o número adequado de pessoas, por exemplo, a forma era muito simples: tente fazer com menos pessoas. Se for impossível, é sinal que o número anterior era adequado. Se for possível fazer com o novo número (reduzido) e a linha está rodando bem novamente (depois de algum ajuste que por ventura tenha sido necessário), tente fazer novamente com menos. E assim por diante.

Figura 33**Exemplo de Célula de Produção**

Para eliminar desperdício de movimentação de materiais pela unidade fabril, de máquina para máquina, distantes entre si, o JIT propõe o trabalho em células de produção, nas quais os equipamentos ficam mais próximos uns dos outros. *A posteriori*, verificando que o conjunto de técnicas visando ao contínuo combate aos desperdícios, desenvolvido segundo uma lógica evolutiva, faziam um todo coerente, estudiosos ocidentais, numa clara racionalização da história, nomearam o sistema como “Just in Time”, sintomaticamente, uma frase em Inglês.

Em paralelo aos desenvolvimentos referentes ao nascimento do sistema Just in Time, um outro desenvolvimento está ocorrendo no Japão, ainda de baixa visibilidade, mas que teria um enorme impacto futuro. Em certa medida este desenvolvimento deveu-se a um consultor americano que foi trabalhar no esforço de reconstrução do Japão chamado W. Edwards Deming.

Figura 34

W. Edwards Deming



Deming havia conhecido Walter Shewart (o criador do controle estatístico de qualidade, já discutido neste relatório) em 1927 enquanto trabalhando no Departamento de Agricultura em Washington, capital dos Estados Unidos. Deming frequentemente visitava Shewart em sua casa em New Jersey, em fins de semana para discutir estatística, fortemente presente no *background* de ambos. Em 1940, Deming mudou-se para o escritório do governo americano responsável pelo censo, onde introduziu uma sistemática de controle estatístico de processo para controlar a enorme tarefa de datilografar dados a partir de milhões de formulários usados nos

levantamentos de campo. Durante a IIGGM, Deming passou a trabalhar no esforço de guerra relacionado a questões militares e a partir de 1942, desenvolveu um programa nacional de cursos de 8 a 10 dias de duração, ensinando estatística e métodos de controle estatístico de qualidade para engenheiros e gerentes de empresas que estavam suprindo material para as forças armadas. Mais de 10.000 pessoas foram treinadas nos métodos de Shewart de controle estatístico de qualidade. Muitos formaram grupos que ao final resultaram na fundação da ASQC – hoje ASQ (*American Society for Quality Control*) em 1946 (<http://www.asq.org>) . Ao final da IIGGM, Deming já havia ganhado reputação nacional e ao final dos anos 40, estava dando consultoria para empresas e o governo japonês. Em 1950, Deming começou a ensinar controle estatístico de qualidade para as empresas japonesas. Convenceu-os plenamente dos benefícios do controle estatístico de processos. Deming, acumulando uma grande experiência foi além dos aspectos técnicos do método Shewart e começou a dar uma face mais gerencial para o movimento de qualidade japonês. É importante frisar que a má qualidade dos produtos japoneses do período pós guerra era um grande entrave para sua competitividade. A abordagem de Deming advogava desde os anos 50, um esforço contínuo de melhoria e redução de variabilidades. Identifica fontes primárias para melhoria de processos: eliminação de causas assinaláveis de defeitos, como projeto mal projetado e trabalhadores mal treinados. Considera que inspeção ao final da linha é um processo muito caro que chaga muito tarde, quando o problema já ocorreu e os custos da má qualidade já foram incorridos. Atribui a maior responsabilidade por melhoramentos de qualidade ao trabalhador e à gerência e não ao “pessoal de qualidade”. Também é atribuído a Deming o desenvolvimento a partir de idéia original de Shewart, da “roda da qualidade” ou o ciclo PDCA (ciclo de atividades para solução de problemas: Plan, Do, Check, Act) , uma ferramenta hoje largamente utilizada em esforços de melhoria de qualidade. É hoje considerado o pai do controle de qualidade no Japão.

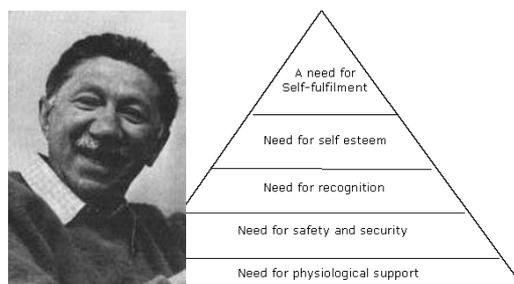
No campo da motivação para o trabalho, o trabalho de Abraham Maslow (1908 – 1970) ganhou visibilidade a partir do início da década de ‘40.

Este trabalho é relacionado com a chamada “hierarquia de necessidades”, segundo a qual as pessoas seriam motivadas por uma hierarquia de fatores, sendo que uns só seriam motivadores se os de hierarquia mais baixa fossem atendidos Maslow (1954):

1. Necessidades fisiológicas.
2. Necessidade de segurança da manutenção da satisfação de necessidades fisiológicas.
3. Necessidade de reconhecimento pessoal.
4. Necessidade de auto-estima.
5. Necessidade de auto-realização.

Figura 35

Abraham Maslow e sua Hierarquia de Necessidades

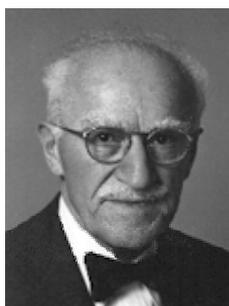


X. OS ANOS 1950-1960

Não foi só Deming entretanto que foi ao Japão, ao final da guerra, ensinar técnicas de gestão de qualidade. Um outro consultor, chamado Joseph Juran seguiu seus passos e chegou ao Japão em 1954, depois de trabalhar na Western Electric, nos Estados Unidos. Como Deming foi um grande contribuinte no esforço japonês de melhoria da qualidade de seus produtos, que por sua vez, teve um papel importante na retomada impressionante que os produtos japoneses tiveram na sua competitividade pelos mercados mundiais. Juran focalizou-se no planejamento estratégico de qualidade e atribui-se a ele o desenvolvimento do conceito de “custos da não qualidade”, que, além de considerar explicitamente os custos de inspeção e prevenção, passou a explicitar os chamados custos de falha externa e de falha interna, na verdade os grandes vilões. Considera-se hoje que o desenvolvimento deste modelo mais abrangente de custos da não qualidade tenha tido um importante papel no convencimento de altos dirigentes a investirem em programas e iniciativas de melhoramento da qualidade, pois conseguiu mostrar-lhes de forma mais relacionada aos resultados da organização, os benefícios das melhorias da qualidade.

Figura 36

Joseph Juran



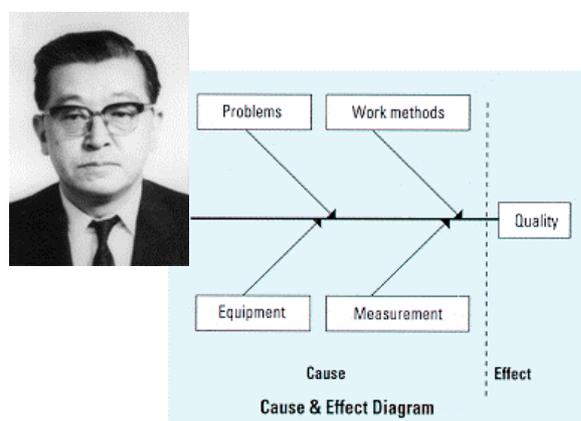
Um outro acadêmico e consultor japonês que teve um papel muito importante nesta década para que os produtos japoneses atingissem um nível competitivo de qualidade foi Kaoru Ishikawa, que, auxiliou a tornar a qualidade um tema mais organizacional, saindo puramente do âmbito técnico. Cunhou o termo “*company-wide quality control*” para denominar um movimento que, certamente foi o precursor mais direto do controle de qualidade total dos anos '80. Começou nos anos 1955 – 1960, seguindo as visitas de Deming e Juran. Sob este termo qualidade passa a ter participação ampla na empresa, da alta direção para os trabalhadores mais operacionais – e todos deviam estudar métodos estatísticos. Um ferramenta importante desenvolvida dentro deste movimento foi o que passou a ser chamado “círculos de controle de qualidade”, grupos de trabalhadores envolvidos com a produção que se reúnem, normalmente após o expediente, para discutir problemas de qualidade e suas causas. Os membros conhecem técnicas estatísticas básicas de estatística e ferramentas de resolução de problemas. Mais tarde o conjunto destas técnicas passou a ser chamado de “7 ferramentas da qualidade”:

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de causa – efeito, também chamado “espinha de peixe”, ou diagrama de Ishikawa.
- Estratificação.
- Folhas de chacagem.
- Histogramas.
- Diagramas de correlação.
- Gráficos de controle de processo de Shewart.

Diagramas de causa – efeito são frequentemente chamados diagramas espinha de peixe, pela sua aparência ou diagramas de Ishikawa, em homenagem ao seu criador. São usados para listar sistematicamente diferentes causas às quais poderia ser atribuído um problema (ou efeito) estudado (Ishikawa, 1976). Veja a Figura 37.

Figura 37

Kaoru Ishikawa e seu “Diagrama de Ishikawa”



Seguindo os desenvolvimentos do *company-wide quality control*, os Professores japoneses Shigeru Mizuno e Yoji Akao desenvolvem na Segunda metade da década de '60 a técnica chamada *Quality Function Deployment* (QFD). O propósito foi desenvolver um método de garantia da qualidade que “projetasse” a satisfação do cliente no projeto do produto antes que fosse manufaturado. Os métodos anteriores de controle de qualidade objetivavam prioritariamente consertar o problema durante ou após sua produção. A primeira aplicação em larga escala foi feita em 1966 na Bridgestone Pneus do Japão (Akao, 1994)¹⁵.

¹⁵ Mais sobre a história do QFD pode ser achado no site http://www.qfdi.org/what%20is%20qfd/history_of_qfd.htm.

Juntamente com o Just in Time o movimento de qualidade japonês foi crucial para que o Japão ganhasse os níveis de competitividade que conseguiu nas décadas que se seguiram.

O sistema JIT não foi todo desenvolvido de uma só vez, a abordagem foi muito mais evolutiva e incremental que na forma de salto qualitativo. Segundo Ohno (1988), hoje considerado o Pai do sistema Just in Time, a seguinte seqüência de desenvolvimentos das técnicas que mais tarde vieram a compor o JIT ocorreu:

1945-1947: grande esforço para reduzir os tempos de trocas de ferramentas, para permitir uma produção minimamente econômica de uma variedade de modelos em volumes ínfimos comparativamente àquela das fábricas americanas (em 1949, a produção japonesa de veículos leves foi só de 1.008 carros – compare com a produção de em torno de 2.000.000 de carros que só a Ford fabricou em 1926!) que podiam se dar ao luxo de gastar tempo com as trocas de ferramentas, já que trabalhavam por dias e dias dedicadamente a uma só peça, feita em volumes enormes. Neste esforço, foi importante a contribuição de Shigeo Shingo, um gerente da Toyota à época que aplicou incansavelmente princípios de economia de movimentos às trocas de ferramentas, denominando seu método, mais tarde, SMED System (*single minute exchange of dies*, ou troca de moldes em minutos singulares – menos de 10 minutos) (Shingo, 1985).

1947: reposicionamento das máquinas em “L”.

1948: produção “puxada” pelo processo subsequente em vez de empurrada pelo processo antecedente (modelo Ford).

1949: reposicionamento em layouts em “ferradura” (células) para permitir um operador cuidar de várias máquinas.

1949: Abolidos os grandes estoques intermediários (*buffers*), criados em consequência da produção empurrada não sincronizada.

1950: linhas de usinagem sincronizadas com a linha; controles visuais (gestão à vista).

1953: sistema de “supermercado”, a linha busca as peças na medida de suas necessidades perto do ponto de uso; reposição do “super-mercado” (peças no ponto de uso) *just in time*; nivelamento da produção.

1955: plantas de linhas de montagem e de produção do corpo do carro ligadas; autonomia; parada da linha pelo funcionário em caso de problema na linha; *mixed model assembly* (montagem de modelos mesclados ao invés de grandes corridas de linha para um só modelo); começa a integração de Just in Time (produção puxada) com fornecedores localizados próximos da montadora.

1957: adotado o painel de procedimento (*andon*).

1958: abolidos os “recibos” de retirada do depósito de peças.

1962: sistema de *kanban* adotado em toda a fábrica; troca de ferramenta em 15 minutos na fábrica central; adoção de sistema *poka-yoke* (alteração de produto e processo para torna-los à prova de falhas).

1962: uso de círculos de controle de qualidade começa.

1965: adoção do *kanban* para comandar reposição de peças fornecidas por fornecedores externos; Just in Time se espalha pela Keiretsu (rede de empresas fornecedoras integradas).

De 1965 em diante: aperfeiçoamento contínuo do sistema.

Ohno (1988) assinala que é ilusão achar que o sistema Just in Time tenha se espalhado para outros setores produtivos japoneses de forma simples ou rápida. Segundo o autor, só depois da crise do Petróleo de 1973 é que de fato (por uma outra crise) disparou-se um processo de popularização dos princípios do JIT tanto dentro como fora do Japão.

Muitos dos princípios do JIT foram, na verdade, o leitor já terá notado, usado décadas antes, por Henry Ford, que também tinha uma incansável ênfase na redução de desperdícios e redução de custos industriais. O JIT, entretanto fez muitos destes conceitos evoluírem. Um dos desenvolvimentos do JIT foi a papel expandido e de maior responsabilidade dos trabalhadores. Os trabalhadores não são tratados como extensões da máquina, é dada a eles uma grande responsabilidade para manter o equipamento, sobre a qualidade da produção que executa, além da responsabilidade por melhorar o processo em si de executar o trabalho.

Nos anos '50, o mundo industrial americano vive um período de grande afluência, visto que sua capacidade produtiva, embora alterada substancialmente no esforço de guerra, encontrava-se praticamente intacta. As empresas americanas passam a ter escopo mundial de atuação e os Estados Unidos se tornam os líderes industriais incontestes. Esta afluência pode ter causado um certo grau de complacência, como sugere Skinner (1969) e esta complacência só foi desafiada seriamente do meio para fim dos anos 60 quando, baseado nos programas de reconstrução da Europa (e.g. plano Marshall) e do Japão, empresas destas regiões, que por escassez e necessidade haviam melhorado muito suas capacidades e habilidades produtivas e passaram a desafiar a liderança das empresas americanas.

Em paralelo, o desenvolvimento da “ciência da administração” (*management science*), um termo quase que sucedâneo do original pesquisa operacional, continuou sua evolução tanto em aplicações civis como militares. Um dos principais desenvolvimentos no que se refere à gestão de operações foi o surgimento da “dinâmica industrial” (*industrial dynamics*), devida a um pesquisador do MIT

chamado Jay Forrester. A dinâmica industrial, segundo Forrester explica em seu clássico *Industrial Dynamics*, livro publicado originalmente em 1961, mas que consubstanciou resultados de sua pesquisa durante a segunda metade da década de 50, trata do comportamento dinâmico (sua variação ao longo do tempo) de organizações industriais. A dinâmica industrial então seria o estudo das características dos sistemas de informação retro-alimentados da atividade de sistemas industriais para demonstrar como a estrutura organizacional, a amplificação (das políticas), as demoras (nos fluxos de informação e nas ações) interagem para influenciar o sucesso do empreendimento. Em outras palavras, a dinâmica industrial de Jay Forrester foi pioneira em identificar um efeito hoje extensivamente estudado e que afeta fortemente as redes de suprimento: o efeito chicote (ou “*bullwhip effect*”), segundo o qual, causado por sistemas de informação retro-alimentados, demoras de ação e de informação (descoordenação de atores), pequenas flutuações de demanda na ponta do consumo vão sendo crescentemente amplificadas quanto mais se caminha para trás (para montante) nas redes de suprimentos. Operações mais a montante da rede, então perceberão uma variabilidade de demanda extremamente amplificada de demanda, causando com isso as ineficiências correspondentes ao longo de toda a rede. Forrester (1961) assinala quatro pilares fundamentais nos quais o desenvolvimento da dinâmica industrial se apóia:

- A teoria de sistemas retro-alimentados (também chamados servo mecanismos, tratados por uma área do conhecimento da matemática – a dinâmica dos sistemas - aplicada em numerosos sistemas físicos, como por exemplo, o projeto de suspensões de veículos). Um sistema retro-alimentado é qualquer sistema em que o ambiente influencia a tomada de decisão que resulta em ações que afetam o ambiente que por sua vez influencia a tomada de decisão e assim por diante – pense como exemplo num sistema de controle ambiental baseado num termostato – este é um sistema servo-alimentado. Tradicionalmente (até início dos anos 40), estes sistemas eram tratados com sistemas de equações diferenciais nem sempre fáceis de resolver. Segundo Forrester, então, a necessidade militar da IIGGM

exerceu pressão e em torno de 1945, já se usavam computadores analógicos para resolver sistemas de 20 variáveis, de forma numérica, mais que analítica. Só a partir daí é que se tornou mais possível o desenvolvimento da dinâmica industrial e seus sistemas complexos.

- Um conhecimento dos processos de tomada de decisão – novamente os desenvolvimentos deveram-se aos esforços militares da IIGGM, depois adaptados para uso civil. A tomada de decisão começou a ser automatizada já no esforço de guerra. Para isso houve necessidade de um muito melhor entendimento mais analítico dos mecanismos por trás da tomada de decisões.
- A abordagem experimental para entender o comportamento de sistemas complexos – Análises matemáticas não são poderosas o suficiente para dar soluções gerais analíticas para situações tão complexas como as encontradas nos negócios. A alternativa tem de ser a abordagem experimental. “Simulação” (Forrester, 1961) foi o nome dado a esta abordagem experimental de conduzir experimentos com o modelo ao invés de conduzir experimentos com a realidade. A simulação em computador evoluiria muito, a partir daí e teria cada vez uma maior aplicação em gestão de operações. Embora o desenvolvimento destes experimentos e modelos de simulação requeresse expertise sofisticada, o trabalho de escolher situações a serem exploradas e a interpretação dos resultados da exploração não.
- O quarto pilar onde se apoiou a possibilidade de desenvolvimento da dinâmica industrial foi a disponibilidade dos computadores eletrônicos digitais, que começaram a ficar geralmente disponíveis entre 1955 e 1960. Sem eles, seria muito caro obter os resultados das explorações da dinâmica industrial. Depois da IIGGM, o advento dos computadores trouxe a possibilidade do tratamento de sistemas mais complexos com maior número de variáveis.

Outros desenvolvimentos relacionados, também, à pesquisa operacional, ocorridos nesta década foram as técnicas para gestão de grandes projetos conhecidas como PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e CPM (*Critical Path Method*). Uma clara evolução da técnica de cronogramas criada por Henry Gantt em 1917, estas técnicas procuram equacionar a questão da dificuldade de, em grandes projetos que incluem uma multiplicidade de atividades, os gráficos de Gantt proverem uma adequada resposta à descrição das relações de precedência entre atividades, além de o Gráfico de Gantt não ser uma ferramenta muito prática para a re-programação de atividades (é, na verdade, mais adequada para demonstrar resultados do processo de programação).

Em 1956, uma equipe de pesquisa na DuPont, liderada por um engenheiro de nome Morgan Walker, e um especialista em computação da Remington-Rand, James Kelley Jr., iniciaram um projeto para desenvolver um sistema computadorizado para melhorar as atividades de planejamento, programação e reportagem dos programas de engenharia da empresa (incluindo a construção e manutenção das plantas industriais). Uma abordagem de descrever o projeto através de uma rede de atividades inter-dependentes foi então criada e batizada CPM (Russell e Taylor, 2.000). Praticamente ao mesmo tempo, a marinha americana estabeleceu um projeto de pesquisa envolvendo o gabinete de projetos especiais da marinha, a Lockheed e a firma de consultoria Booz Allen & Hamilton, liderado por D.G. Malcolm. Eles desenvolveram uma abordagem similar, de rede de atividades, para o planejamento e controle do projeto de desenvolvimento do míssil Polaris. Este desenvolvimento foi batizado de PERT. O projeto Polaris envolveu na verdade 23 redes PERT incluindo 3.000 atividades. Ambos são desenvolvimentos dos gráficos de Gantt e como resultado, guardam com eles alguma similaridade. Há entretanto uma diferença essencial entre as técnicas CPM e PERT. No CPM, as estimativas de tempo de duração de cada atividade analisada é determinística, enquanto na técnica PERT, a estimativa é probabilística (associa-se a cada atividade, um tempo otimista, um tempo pessimista e um tempo esperado).

Os primeiros anos da computação trouxeram grande esperança também para a área de planejamento e controle de produção, já que mesmo com os desenvolvimentos de teorias como de gestão de estoques nos anos '30, os problemas complexos de programação de atividades em fábricas já tremendamente complexas esbarrava fortemente na limitação da capacidade de tratamento de informações. Com os primeiros computadores, surgiram as primeiras aplicações, que eram voltadas a registrar os estoques de produtos e componentes usando o corpo de conhecimentos recém desenvolvido sobre controle e gestão de estoques, agora já considerada uma área do conhecimento (sob nomes como Gestão científica de estoques ou gestão estatística de estoques), inclusive contando com suas associações como a APICS <http://www.apics.org>, fundada em 1957. Os sistemas iniciais procuravam auxiliar a tomada de decisão sobre disparo de ordens de compra e produção de forma “otimizada” (utilizando as teorias previamente desenvolvidas), entretanto tratando todos os itens, fossem eles de demanda dependente (componentes) ou independente (produtos acabados) como se fossem todos de demanda independente. Isso resultava em grandes acúmulos de estoques, pois não se estava utilizando a possibilidade de coordenar o planejamento de produção dos produtos acabados com as necessidades correspondentes de componentes. Foi só com o desenvolvimento de sistemas aleatórios magnéticos de armazenagem e recuperação de dados, em torno dos anos '60 que as perspectivas se abriram tremendamente de se usarem cadastros das chamadas listas de materiais (bill of materials) para se começar a divisar formas de usar a “dependência” existente entre os itens de demanda independente e de demanda dependente (embora Orlicky, 1975 afirma que nos anos '50 já se havia conseguido fazer as “explosões” de materiais usando cartões perfurados como meio de armazenagem de dados).

Os anos '50, na Europa foram anos de reconstrução. Em 1948 a economia inglesa, por exemplo, estava com sérios problemas. A libra esterlina havia sido desvalorizada, a produtividade era baixa, e havia uma tremenda escassez de recursos para investimento em tecnologia. O governo então formou um comitê de produtividade industrial que tinha um Painel de “fatores humanos”. Fundos de

pesquisa foram alocados para este painel e um instituto que havia sido fundado em 1941, para auxiliar as atividades militares durante a guerra em questões psicológicas, o Instituto Tavistock, apresentou três projetos de pesquisa: o primeiro focalizando nas relações interpessoais dentro de uma empresa, incluindo gerência e trabalhadores tentando melhorar a cooperação entre estes níveis hierárquicos. O segundo concentrou-se em inovações em práticas quanto aos recursos humanos que poderiam melhorar produtividade. O terceiro foi pioneiro em educação em pós-graduação para pesquisadores de campo em ciências sociais. Autores como Erie Trist geraram livros e artigos que passaram a ser influentes no estudo de relações industriais durante os anos '50. Depois do final do painel, com os fundos do governo escasseando, o Instituto Tavistock passou a desenvolver uma prática de consultoria além de pesquisa, desenvolvendo substancialmente o chamado “enfoque sócio-técnico” para gestão industrial.

Além dos trabalhos do Tavistock Institute, outros desenvolvimentos relevantes ocorreram nos anos '40 no campo da motivação para o trabalho.

Um deles foi o trabalho de Douglas McGregor do MIT, que propôs nos anos '50, duas teorias conflitantes a respeito do comportamento das pessoas, relacionadas ao trabalho (McGregor, 1960). Segundo a teoria X, o ser humano médio não gosta do trabalho e o evita se possível; devido a esta postura perante o trabalho, as pessoas segundo esta teoria teriam de ser coagidas, controladas, dirigidas e ameaçadas com punição para que colocassem esforço suficiente no trabalho, ou seja, o ser humano médio prefere evitar responsabilidade, tem pouca ambição, prefere ser dirigido e busca acima de tudo, segurança. A teoria Y, por outro lado, defende que o esforço para o trabalho é visto como natural pelo ser humano, assim como é natural jogar ou descansar; controle externo e ameaça de punição não são as únicas formas de se motivar pessoas para o trabalho; o comprometimento de esforços é proporcional à recompensa pelo atingimento; sob as condições certas, segundo a teoria Y, o ser humano é capaz de aprender, exercer imaginação, ser engenhoso, para resolver problemas organizacionais. Não só aceita bem responsabilidade, mas busca obter

mais responsabilidade no trabalho. Segundo esta teoria, então o potencial das pessoas nas organizações estaria sendo apenas parcialmente utilizado.

Outro desenvolvimento da psicologia do trabalho que afetou a forma como a gestão de operações tem ocorrido e originou-se nos anos '50 deve-se a Frederick Herzberg, que contribuiu com o movimento “sócio-técnico” propondo a divisão entre fatores higiênicos e motivadores, sendo que os higiênicos necessariamente precisam estar presentes sob pena de causar desmotivação. Não são entretanto suficientes para motivar os trabalhadores para o trabalho. Exmplos seriam, segundo Herzberg (1.923 – 2.000): condições de trabalho, salário, supervisão, relações inter-pessoais, status, segurança. Os motivadores, por outro lado seriam aqueles que de fato motivam as pessoas: exemplos seriam conquista, reconhecimento, crescimento e avanço na carreira e interesse no trabalho (Herzberg, 1959).

XI. OS ANOS 1960-1970

Nos anos '60, o mundo encontra-se com sua capacidade de produção, em grande parte, recuperada e a bolha de demanda reprimida durante a guerra havia sido atendida. Mais do que re-equilibrar suprimento e consumo, investimentos adicionais fizeram com que a capacidade produtiva mundial passasse a superar substancialmente a capacidade de o mundo consumir produtos. O JIT continua a desenvolver-se ainda como vantagem competitiva quase que exclusiva das montadoras de veículos japoneses, conforme visto na seção anterior. Numa situação como esta, cria-se um mercado que passa a favorecer o demandante. O cliente vê-se na situação de poder escolher entre várias ofertas concorrentes, já que nem todos os ofertantes conseguiriam colocar seus produtos. Competitividade passa a ser uma palavra cada vez mais constante no vocabulário do gestor de operações. Isto fica dramaticamente claro para a indústria ocidental, particularmente para a americana, no início dos anos 70.

Embora em nível de pesquisa tenham-se iniciado nos anos 40 e 50, os primeiros computadores começaram a ficar disponíveis para o uso comercial prático – ainda que a preços enormes se comparados aos atuais – nos anos ‘60. Nesta época, em termos de apoio operacional à tomada de decisão, uma das primeiras aplicações dos recém introduzidos computadores (mas principalmente depois da disponibilização de meios magnéticos de armazenagem e recuperação de informações) foi a automatização do tratamento das listas de materiais componentes dos produtos – as chamadas *bill of materials (BOM)*. Não admira que este apoio gerencial tenha sido tão bem-vindo. Imagine, por exemplo, que uma montadora de veículos nos anos ’30 e ’40 tinha que coordenar – da mesma forma que hoje – listas de materiais de algo entre 5.000 e 10.000 itens de estoque por produto final. Considerando que cada uma destas empresas já tinha, à época, vários produtos diferentes, cada um com numerosas alternativas de acessórios e opcionais, coordenar isso tudo, com fichas manuais, era um trabalho insano e evidentemente sujeito a erros e incertezas que forçavam à manutenção de altos níveis de estoques. Além disso, sem a consideração explícita das relações de dependência entre itens de produtos e seus componentes, os estoques necessários também tendiam a ser muito maiores que o necessário.

A automatização do tratamento das listas de materiais que os computadores dos anos ‘60 já conseguiam suportar permitiu que se coordenasse melhor a demanda por itens com seu respectivo suprimento, em termos de *o que e quanto* produzir e comprar, de forma a trabalhar com estoques menores. O sucesso foi tamanho que na medida em que o tempo decorria e os computadores evoluíam, as empresas tentavam aperfeiçoar suas soluções para a questão de coordenação entre suprimento e consumo de itens de estoque. Era o início de um desenvolvimento muito importante na área de planejamento, programação e controle de produção: o chamado MRP (que hoje é encontrado na forma de “módulos” de praticamente todos os sistemas integrados de gestão que as empresas usam. É de longe o mais utilizado sistema de PPCP pelas empresas no mundo).

O movimento de desenvolvimento da chamada técnica MRP – *material requirements planning*, que visava melhor coordenar a necessidade de componentes com as necessidades dadas pelo plano de produção dos produtos acabados, começou nos Estados Unidos. Orlicky (1975), um dos originadores da lógica, dentro da IBM, reporta sua primeira implantação de MRP em 1961. O MRP era um sistema de gestão de produção e estoques diferente dos predecessores, pois não tratava, a exemplo dos sistemas desenvolvidos nos anos '30 e '40 os itens de demanda dependente como se fossem independentes (e portanto tivessem que ter sua demanda futura prevista ao invés de calculada). Fazendo uso das listas de materiais componentes de cada um dos produtos, calculava não só as quantidades futuras de cada item para atender as necessidades de produção do produto acabado, mas também quando estes itens deveriam estar disponíveis. Já no início dos anos '60, passou a ser possível acrescentar às respostas *o que* e *quanto*, a resposta *quando* produzir e comprar, já que a inclusão da variável tempo de ressurgimento – ou no jargão da área, o *lead time* de cada item, então permitia que se planejassem, não só as quantidades das ordens de produção e compras, mas também exatamente em que momentos futuros estas ordens deveriam ser liberadas e recebidas. Surgia a poderosa ferramenta MRP. Observe que no coração do MRP continua estando a automação das listas de materiais, ou o BOM. As empresas estavam agora, se usassem adequadamente o MRP, atendidas em suas necessidades de informação para tomada de decisão gerencial, em termos das principais questões referentes à gestão de materiais: o que, quanto e quando produzir e comprar para atender às necessidades futuras de produtos acabados. Esta parecia ser uma importante resposta dos Estados Unidos aos modelos de gestão japoneses que, muito diferentes da prática industrial americana vigente, eram apontados, ao menos em parte, pelo recente sucesso competitivo dos produtos japoneses, principalmente automóveis.

XII. OS ANOS 1970-1980

Para responder ao assédio competitivo colocado pelas empresas japonesas, as empresas americanas apostaram fortemente nos seus recém desenvolvidos sistemas MRP. Em 1972, as empresas americanas consideraram que haviam desenvolvido sua resposta aos japoneses e sua recém adquirida competitividade. Esta impressão foi tão forte, que uma importante sociedade americana da área, a APICS¹⁶ (*American Production & Inventory Control Society*), lança uma iniciativa de alta visibilidade, apoiada pela IBM, uma das mais importantes empresas a desenvolver os sistemas MRP na forma de software utilizável pelas empresas, chamada a “cruzada do MRP” (Plossl, 1980), uma forte campanha para que as empresas americanas adotassem o MRP. A “cruzada” tomou a forma de um ambicioso desenvolvimento de programas de treinamento e de promoção da técnica MRP. Pode-se creditar a isso, pelo menos em parte, a enorme difusão que o MRPII teve durante os anos ‘70, nos Estados Unidos e em países onde subsidiárias de suas empresas estavam presentes.

Os computadores entram então, nos anos ‘70 numa rápida escalada de evolução. Acompanham esta evolução as soluções MRP. Acrescentam-se à solução original módulos para apoio ao planejamento de capacidade produtiva, que passam a manter cadastros não apenas dos produtos e suas estruturas de componentes, mas também dos roteiros e centros produtivos, além de informações sobre o consumo de recursos por unidade de produto feito. O módulo de apoio ao tratamento de capacidade produtiva passou a se chamar *Capacity Requirements Planning* (CRP), ou planejamento de necessidades de capacidade produtiva e complementava o MRP de forma importante, afinal, para produzir, não bastam materiais, é também necessário ter outros recursos produtivos. Foram também acrescentados ao MRP módulos de controle. Até então, tratava-se de um sistema de planejamento, que apenas prescrevia coisas, mas não checava se as coisas haviam mesmo sido feitas conforme o planejado, para em caso contrário, auxiliar no disparo de ações corretivas. Com os módulos SFC (*Shop Floor Control* – ou de controle de fabricação) e *Purchasing* (de

¹⁶ <http://www.apics.org>.

controle de compras), fechou-se o ciclo de controle do MRP, que passou a ser um sistema não apenas de planejamento, mas de planejamento e controle de produção. Para diferenciar do MRP simples, rebatizou-se a solução de escopo expandido (para incluir o tratamento de capacidade e o fechamento do ciclo de controle) para sistema MRPII (Wight, 1981). A sigla agora passa a significar *Manufacturing Resource Planning* – ou planejamento de recursos de manufatura, para esclarecer que o escopo de tratamento da solução então não se restringia a materiais mas também aos outros recursos de manufatura. Observe entretanto que no coração do MRPII encontrava-se ainda o (então “módulo”) MRP (Corrêa et al., 2001).

Neste período, de fato, alavancada pelo esforço de reconstrução do período pós guerra e pela crise do petróleo de 1973 a indústria japonesa ganha níveis de competitividade sem precedentes em sua história, em mercados com líderes tradicionais bem estabelecidos: automóveis, motocicletas, aparelhos elétricos, e outros. Para surpresa geral dos gestores ocidentais, seus produtos apresentam níveis superiores de desempenho aos dos concorrentes ocidentais em ambos preço e qualidade. Num certo momento, em 1973, a indústria automobilística japonesa domina em torno de 20% do mercado doméstico americano. Isto não é pouco, se considerarmos que a indústria japonesa nunca havia produzido carros competitivamente antes do final da Segunda Guerra (a Toyota produziu seu primeiro carro em 1934 e a Nissan em 1937, passando a produzir exclusivamente caminhões a partir de 1939 até o final da guerra). A indústria automobilística japonesa foi fortemente baseada na indústria de caminhões. Isto significa que num período relativamente curto (em torno de 20 anos), os japoneses conseguiram evoluir na sua competência de produzir carros a um nível tal que passaram a bater os mais tradicionais fabricantes de veículos do mundo em seus próprios mercados domésticos. O resultado, para a sociedade americana, foi logo sentido. Fábricas foram fechadas e milhares de pessoas perderam seus empregos. Dispararam-se, nesta época vários movimentos de contra reação, tanto nas empresas quanto na academia americana. Marcos nesta tendência foram dois artigos, escritos pelo acadêmico americano Wickham Skinner, da Universidade de Harvard. O primeiro

deles, datado de 1969, era intitulado “Manufatura: o elo faltando na estratégia corporativa” (Skinner, 1969). Skinner procura justificar alguns motivos que estariam levando a indústria automobilística (e em geral) americana a perder competitividade. O argumento principal é de que o tratamento dado ao setor de manufatura na indústria americana era excessivamente reativo e operacional. A manufatura, entretanto, mereceria, pela própria natureza das decisões nela envolvidas, um tratamento estratégico.

Em primeiro lugar, a manufatura envolveria a maioria do investimento em capital das organizações. Descreremos os argumentos do professor Skinner ilustrando-os com um exemplo de serviços, para que fique claro que sua linha de raciocínio vale também para serviços. Pensemos na Varig ou qualquer outra empresa aérea. É certo que a maioria dos recursos de capital empregados pela Varig encontram-se na sua área de operações: aeronaves, hangares, estoques de sobressalentes, entre outros. Um avião médio como um Boeing 737 pode valer em torno de 35 milhões de dólares. A Varig tem em torno de 90 aeronaves de porte variado em sua frota. Não é difícil concluir quanto capital está envolvido. Uma empresa deste porte no ramo de aviação pode facilmente ter algumas centenas de milhões de dólares apenas em estoques de peças sobressalentes. Isto não faz a função de operações ser mais importante que outras, mas certamente ações sobre estes recursos volumosos podem repercutir em diferenças substanciais de resultados operacionais e financeiros da organização. Imagine que uma ação relativamente modesta, que resulte em melhorias de alguns pontos percentuais de redução no nível de estoques de sobressalentes, por exemplo, resultaria numa redução de em torno de alguns milhões de dólares de capital empregado. As operações também envolvem, em geral, a maioria dos recursos humanos da organização – mudanças na forma de gerenciar estes recursos humanos podem ter repercussões estratégicas importantes.

Em segundo lugar, Skinner argumenta que a maioria das decisões em operações inclui, via de regra, recursos físicos. Estes recursos físicos têm, por natureza, inércia. Esta inércia refere-se ao tempo que decorre entre o momento da tomada de

decisão e o momento em que esta decisão toma efeito. Pense numa situação em que uma operação tenha de tomar a decisão de incrementar sua capacidade produtiva. Imagine uma empresa aérea necessitando ampliar sua frota. Não raro se acham situações em que alguns anos decorrem desde o momento da decisão interna da empresa pela expansão até que a nova aeronave esteja voando em operação normal. Isso implica que, para se poder tomar uma boa decisão, em operações, é necessário desenvolver uma visão de futuro que pode se estender por um período de alguns anos. Para as decisões de hoje serem bem tomadas, elas devem necessariamente ser apoiadas por uma boa visão de futuro – e este futuro deve ser de longo prazo para muitas destas decisões.

Em terceiro lugar Skinner argumenta que as decisões de operações, uma vez tomando efeito, são normalmente difíceis e caras de serem revertida e deverão, em geral, permanecer exercendo influência por um período que pode chegar a décadas. Imagine a empresa aérea tomando sua decisão de aquisição de uma nova aeronave. Dois anos decorrem até que a aeronave esteja operando em ritmo normal. Uma vez a encomenda entregue, a empresa normalmente terá de conviver com esta aeronave por muitos anos. Ficaria caro reverter esta decisão, por exemplo, trocando a aeronave recebida por alguma outra opção descartada quando se fez a escolha alguns anos antes.

O quarto e último argumento refere-se ao fato de que as opções estratégicas adotadas quando se decide por determinadas alternativa impactam diretamente as formas com que a empresa vai ser capaz de competir nos mercados do futuro. Isto, em linhas gerais, é em contraste claro com as idéias de Taylor, no início do século, de que haveria uma melhor forma (*one best way*) de se fazer o trabalho. Skinner argumenta que a melhor forma de se projetar e gerenciar operações produtivas dependerá da forma com que se decide competir no mercado no futuro. Embasando esta idéia, e no coração da argumentação de Skinner, encontra-se o conceito de *trade-offs*. Segundo este conceito, é impossível para uma operação aumentar seu desempenho substancialmente em todos os aspectos simultaneamente.

Origina-se a partir desta linha de argumentação, o conceito de estratégia de operações. O conceito de estratégia de operações passou a ser durante os anos 70, 80 e 90, talvez o principal foco de atenção dos acadêmicos e profissionais práticos na área de operações. O conceito evoluiu muito desde a época do pioneiro Skinner, beneficiando-se de contribuições importantes de acadêmicos como Robert Hayes, Steven Wheelwright, nos Estados Unidos e Terry Hill, Nigel Slack e outros na Europa.

O objetivo de estratégia de operações é garantir que a função de gerenciar os processos de produção e entrega de valor ao cliente sejam totalmente alinhados com a intenção estratégica da empresa quanto aos mercados a que pretende servir. Para isso é necessário incluir no tratamento de processos decisórios em operações, elementos externos à organização, como o cliente e a concorrência. Trata-se de gerenciar atividades produtivas, não mantendo uma visão introspectiva, mas com um senso de propósito que justifique a área e suas ações. Trata-se de uma mudança substancial do paradigma Taylorista. Ganham importância as interfaces, entre a área de operações e outros setores da organização.

Um segundo artigo seminal de Skinner (1974), intitulado “A fábrica focalizada”, argumenta e aprofunda a discussão sobre os *trade-offs*. Com o objetivo de ilustrar, pode-se usar uma analogia com o projeto de aviões. Imagine que uma linha aérea decidida encomendar um novo avião a um fabricante. Imagine que esta encomenda fosse de um avião que carregasse 600 passageiros, que tivesse o menor custo operacional por milha.passageiro de todos os aviões em operação, que fosse supersônico e que, ao mesmo tempo, fosse capaz de pousar numa pista de apenas 500 m de extensão. Este pedido sequer seria levado a sério, pois o fabricante tem muito claro que, ou se quer um avião que seja muito pesado, carregando 600 pessoas, ou se consegue que este pouse numa pista curta, já que dissipar a grande quantidade de energia representada por um avião com 600 passageiros a 250 km/h normalmente requer mais tempo e portanto distância percorrida pela nave em desaceleração. Ou se quer que o avião seja muito veloz (supersônico), ou que seja

muito econômico. Não se pode ter tudo. Até mesmo para leigos em engenharia aeronáutica parece plausível aceitar que não se pode ter tudo num só projeto de aeronave. Isso fica claro também quando olhamos para uma aeronave que serve como caça de combate e para uma aeronave que serve ao transporte em massa de passageiros. Um caça tem grandes motores e um design apropriado a manobras bruscas, rápidas e flexíveis. Para isso, abre-se mão da eficiência no transporte dos seus passageiros. Nota-se que o caça carrega poucas (1 ou 2) pessoas. Já um avião comercial é desenhado com objetivo de ser eficiente no transporte. O custo por milha.passageiro não pode ser grande e portanto é “diluído” por centenas de passageiros. Isso faz com que se abra mão da velocidade e flexibilidade de manobras. É pouco provável que um grande jumbo consiga fazer manobras drásticas e bruscas. Apenas ao olhar um projeto de caça e de jumbo vê-se claramente qual é qual: as decisões de projeto são diferentes e influenciadas pelo propósito de cada uma das aeronaves. Se é plausível, até para um leigo, que uma aeronave não possa ser excepcional em todos os critérios de desempenho simultaneamente, por que então, às vezes, observamos que algumas pessoas parecem esperar que a fábrica ou unidade prestadora de serviço seja tudo para todo mundo?: a mais veloz e confiável nas entregas, a que faz produtos de maior qualidade, de maior flexibilidade e de custo mais baixo? Não é possível, pelos mesmos motivos que não é possível que se tenha todos os objetivos de desempenho maximizados num só avião: as restrições que impedem os aviões de serem tudo para todos são da mesma natureza que as restrições que impedem as fábricas de serem tudo para todos. Tecnologia de engenharia, nas suas várias modalidades, por exemplo representa algumas dessas restrições. A área de “Estratégia de operações”, inaugurada por W. Skinner evoluiu muito desde então, com contribuições importantes. Hayes e Wheelwright (1984) foram os primeiros a elaborarem um livro robusto sobre conteúdo e processo de estratégia de Manufatura, elaborando conceitos importantes como o modelo de 4 estágios de avanço na posição estratégica que o setor de manufatura pode ter numa empresa:

1. Neutralidade interna: neste estágio estão empresas cujo setor de manufatura apenas tenta “parar de atrapalhar”;
2. Neutralidade externa: neste estágio estão as empresas cujo setor de manufatura procura não ser pior do que as práticas usuais do mercado;
3. Apoio interno: neste mais avançado estágio encontram as empresas cujo setor de manufatura apóia adequadamente os outros setores, principalmente o marketing;
4. Neste estágio, o mais avançado, estão empresas cujo setor de manufatura desenvolve proativamente habilidades que “mudam as regras” da competição e a empresa pode de fato ter uma competitividade baseada em manufatura.

Outro importante conceito proposto pelos autores é o de “matriz produto-processo”. Segundo esta lógica haveria uma correlação de melhor adequação entre tipos de perfil de produto que se pretende oferecer ao mercado e o tipo de processo de manufatura (em projetos, por tarefas - job-shop, bateladas - batch, em linha e em fluxo contínuo) que deveria ser alocado para executá-lo. As dimensões principais que definem o perfil são o volume por tipo de produto e a variedade de produtos. Outro autor a contribuir substancialmente foi o Inglês Terry Hill, que propôs que os critérios segundo os quais a manufatura auxilia a competitividade da organização (custo, tempos, qualidade e flexibilidade) podem ser, para diferentes mercados visados, qualificadores e ganhadores de pedidos. Os qualificadores seriam aqueles sobre os quais os mercados visados exigiriam um nível mínimo aceitável de desempenho para “qualificar o fornecedor” – desempenho abaixo deste nível perde o pedido, mas desempenho acima não garante ganhar o pedido. Para ganhar o pedido, além de “qualificado”, o fornecedor deveria ter o melhor desempenho entre todos os concorrentes qualificados em outros critérios “desempataadores”, qos qualis Hill (1983) chama “ganhadores de pedidos”. Nigle Slack (1991) também contribui

significativamente para a evolução da área quando propõe uma ferramenta de análise para melhoria de desempenho estratégico em manufatura: a matriz “importância – desempenho”. Esta matriz auxilia a empresa a analisar e focalizar seus recursos escassos de melhoria naqueles critérios que simultaneamente estejam apresentando desempenho pior que a concorrência e sejam muito importantes aos olhos do cliente. Mais recentemente, já nos anos ’90, Hayes, Pisano e Upton (1996) apresentam a idéia de estratégia de operações baseada em recursos, inspirados pela área de conhecimento de gestão estratégica que estuda as “*resource based strategies*” (estratégias baseadas) em recursos há algum tempo. Segundo este conceito, não só é necessário que a manufatura esteja em consonância com alguma estratégia mercadológica definida com base em “atratividade de mercados” descoberta a partir de alguma análise da estrutura dos mercados. Para que uma estratégia garanta vantagem competitiva sustentável, seria necessário que ela fosse definida para atacar mercados que dessem desproporcional importância para “competências” dominadas pelos “recursos” da organização, que sejam difíceis de imitar e que não sejam dominadas por muitos concorrentes. A estas competências se dá o nome de competências principais (*core competencies* - Hamel e Prahalad, 1994).

Os anos 70 foram anos dedicados pela indústria ocidental a se re-equacionar competitivamente, para melhor enfrentar o desafio colocado pela indústria japonesa e suas operacionalmente competentes empresas. Foram anos de análises das práticas usadas por empresas japonesas e de tentativas de adotá-las / adaptá-las. O Just in Time foi dissecado, melhor entendido, e “qualidade” passou a merecer maior prioridade nas agendas dos executivos e dos acadêmicos. Gurus como Feigenbaum, Juran e Deming (pioneiros que participaram ativamente da revolução da indústria japonesa do pós-guerra) passaram a ganhar atenção do ocidente. Foram também anos de franco desenvolvimento de tecnologias da informação. As primeiras versões dos sistemas integrados de gestão ERP, chamados de sistemas MRP (*material requirements planning*) foram desenvolvidos para melhor permitir às empresas uma gestão eficiente de seus recursos materiais.

Um outro desenvolvimento de grande importância para a área de gestão de operações ocorrido nos anos '70 foi a atenção dos pesquisadores e práticos da área para as operações de serviço. O racional é bastante simples. Embora a ênfase da área de gestão de operações tenha sempre sido predominantemente em operações fabris, porcentagens superando os 50% e cada vez maiores dos produtos nacionais brutos da maioria dos países advinham de empresas e atividades que não lidavam com operações fabris, mas com operações de serviços. Isso sinalizava claramente para uma necessidade de se colocar alguma atenção no melhoramento operacional da produção de serviços que se guarda muita similaridade com operações fabris (tem de lidar com filas e fluxos, tem de equilibrar capacidade produtiva com demanda de forma eficiente, tem de encarar decisão sobre localização de unidades produtivas, layout, entre outros), também tem suas diferenças (não se pode estocar serviços, não se pode transportar serviços, em serviços o cliente estabelece necessariamente algum tipo de interação com o processo prestador, o que não necessariamente é verdade em produção fabril, entre outras) que mereceriam alguma atenção.

Segundo Johnston (1994), um dos primeiros artigos explicitamente tratando de gestão de operações de serviços apareceu na Harvard Business Review em 1972, chamado *Production line approach to Service*, no qual Theodore Levitt explora como a forma de pensar de gestão fabril foi aplicada com grande efeito nas operações da cadeia de restaurantes McDonald's. O exemplo usado, entretanto é de produção de alto volume, baixa variedade e com ênfase nas atividades de *back office* (aquelas realizadas sem interação direta com o cliente), justamente o tipo de atividade que, embora dentro de organizações prestadoras de serviço, carregam grande similaridade com operações fabris, em outras palavras o autor não se deteve sobre aquelas atividades dentro de organizações de serviços que as diferenciam das operações fabris. Das origens do tratamento explícito de operações de serviço no início da década de '70 em diante, um significativo corpo de conhecimentos específicos de operações de serviços e das atividades que os diferenciam das operações de manufatura foi desenvolvido. Johnston (1995) nos ajuda com uma linha do tempo interessante:

- Levitt (1972): análise da abordagem de linha de montagem fabril em serviços.
- Hostage (1975): controle de qualidade em operações de serviço.
- Sasser (1976): gestão de capacidade em operações de serviço.
- Chase (1978, 1980, 1981): separação de atividades de front office e back office.
- Lovelock e Young (1979): uso do cliente para aumentar eficiência em serviços.
- Schmenner (1986): gestão estratégica de serviços.
- Faulhaber (1986): impacto de tecnologia da informação em serviços.
- Armistead (1986): garantia de qualidade em serviços.
- Heskett (1987): estratégias de serviço.
- Shostack (1987): projeto e avaliação de processos de serviço.
- Armistead (1988): produtividade em serviços.
- Chase e Erikson (1988): a fábrica de serviços.
- Bowen (1989): colocando a mentalidade de serviços na organização de manufatura.
- Chase e Stewart (1993): *poka yoke* em serviços.

Desde o início dos anos '70, de fato, tem havido uma quase unanimidade de que serviços são no mínimo tão importantes quanto processos de manufatura para a maioria das economias. Além disso, tem ficado crescentemente claro que os

serviços são cada vez mais relevantes, como arma competitiva, mesmo para operações de manufatura, visto que com a evolução tecnológica cada vez mais largamente disponível dos produtos, é cada vez mais difícil para uma empresa diferenciar-se com base nas características intrínsecas dos seus produtos físicos.

Segundo Johnston (1995), de certa forma é surpreendente que tenha levado tanto tempo para que os livros de gestão de operações tenham começado a incorporar mais fortemente esta mentalidade. Até meados dos anos '90, a maioria dos livros texto de gestão de operações prometia mais que entregava uma abordagem equilibrada entre manufatura e serviços. Os primeiros livros-texto de gestão de operações que colocaram alguma ênfase maior nos setores não manufatureiros são Johnson et al. (1972) e Buffa (1976). Ambos passaram a adotar o título "*Operations Management*", para distingui-los dos tradicionais, mais voltados à gestão de produções fabris. Não entregam o que prometem, entretanto, ainda focalizando bastante em operações fabris. Wild (1977) em seu livro "*Concepts of Operations Management*" talvez tenha sido um dos primeiros a de fato apresentar uma abordagem equilibrada. Não pode, no entanto, ser considerado um livro texto.

O primeiro livro especializado em gestão de operações de serviços foi Sasser et al. (1978), em que de fato os autores alinhavam grande parte dos desenvolvimentos da área até então e pavimentam o chão para muitos dos desenvolvimentos que adviriam.

XIII. OS ANOS 1980-1990

Com a crescente popularização dos princípios de Just in Time, nos anos '80, entrou com força nas empresas do ocidente o conceito de "manufatura celular". A manufatura celular é um sub-conjunto de técnicas de lógica genericamente chamada "tecnologia de grupo", uma forma de produção cujas primeiras menções na literatura datam do final dos anos '40 na Rússia (Mitrofanov e Sokolovskii,

traduzido em 1966, original de 1958). Embora variações da manufatura celular tenham sido tentadas principalmente na indústria metal mecânica em empresas tanto ocidentais como orientais, desde o final da IIGGM, foi de fato com a difusão dos modelos japoneses que esta técnica popularizou-se. O objetivo da tecnologia de grupo como nos ensina um dos seus pioneiros (Burbidge, 1.989), é formar pequenas organizações capazes de completar um conjunto (ou “família”, um grupo) de produtos ou de componentes que ela fabrica, através de estágios de processamento, como torneamento, fundição, usinagem ou outros processos eventualmente necessários. No início a técnica de tecnologia de grupo era muito associada a codificação e classificação de itens e desenhos de engenharia. Usando então o método de agrupamento, peças com forma similar ou com função similar ou com roteiro produtivo similar (ou outra lógica) eram agrupadas em “famílias”. Métodos de processamento eram então projetados e máquinas eram selecionadas para formarem um “grupo” de máquinas (mais tarde chamadas “células”), cada um deles, responsável por executar uma completa família de peças. Hoje em dia, outros métodos de agrupamento foram desenvolvidos e que não dependem tanto de codificação e classificação.

Os anos 80 foram por excelência, os anos do reinado da sub-área, dentro da gestão de operações, de “qualidade”, no ocidente. As empresas ocidentais passaram a perceber que muito em breve, a qualidade seria condição de permanência (e não mais vantagem competitiva) nos mercados mundiais. Várias abordagens foram desenvolvidas, talvez lideradas pela idéia geral de TQM (*total quality management*) e secundadas por abordagens com base em certificações como a ISO 9000¹⁷.

Em 1980, seguindo uma tendência iniciada por Deming nos anos que se seguiram ao final da IIGGM, Armand Feigenbaum (Feigenbaum, 1993) introduz no ocidente o termo e o conceito de “controle de qualidade total” para refletir um total comprometimento de esforços tanto da gerência como dos funcionários ao longo de toda a organização para que se obtivesse qualidade. Esta iniciativa está

¹⁷ Um mecanismo de certificação de sistemas de qualidade.

evidentemente no contexto de tentativa de reação do ocidente ao assédio competitivo forte que as empresas japonesas estão a esta época exercendo – seus produtos são considerados como tendo menos custo E maior qualidade que os similares ocidentais. Qualidade a partir daí passou a ser considerada como requerendo forte liderança da alta direção para fazer do processo de busca de melhorias algo contínuo. As indústrias japonesas foram pioneiras na adoção destes princípios até em décadas anteriores ('60 e '70), referindo-se a ele, entretanto como *company-wide quality control*.

Os princípios do controle de qualidade total são, muitos deles contraditórios com as práticas ocidentais de até então, em que imperava uma mentalidade segundo a qual, qualidade é vista como algo operacional, de responsabilidade do setor de qualidade e centrada em não deixar produtos defeituosos chegarem ao consumidor – para isso centrando esforços em separar, ao final da linha, via inspeção, os produtos defeituosos (entendidos como fora de especificações – mesmo que o produto dentro das especificações não atendam necessidades e desejos dos clientes) (Russell e Taylor III, 2.000):

- O cliente define o que é qualidade.
- Alta direção é quem tem de prover a liderança para a qualidade.
- Qualidade é um assunto estratégico.
- Qualidade é de responsabilidade de todos os trabalhadores que devem construir mais que meramente inspecionar qualidade.
- Todas as funções dentro da organização devem focalizar-se em um esforço contínuo de melhoria da qualidade para atingir as metas estratégicas.

- Problemas de qualidade são resolvidos via cooperação entre a gerência e os trabalhadores.
- Solução de problemas usa métodos estatísticos de controle.
- Treinamento e educação para todos os trabalhadores são a fundação para a melhoria contínua.

É também dos anos '80 um desenvolvimento importante na área de gestão da qualidade. Foi nesta época que Genichi Taguchi, nascido em 1924, apresentou seus trabalhos, já como acadêmico respeitado no Japão, para a grande audiência ocidental e eles então tornaram-se bastante influentes. Taguchi tinha um interesse bastante grande no desenho de experimentos, tendo publicado seu primeiro livro sobre o tema em 1958, no Japão. Com uma destacada carreira no Japão, foi convidado no início dos anos '80, já como diretor da academia japonesa de qualidade. Visitou a AT&T Bell Labs, onde fez apresentações de seus trabalhos e apesar de “grandes problemas de comunicação”, passou a ser conhecido no ocidente. O chamado “método de Taguchi” preocupa-se com a otimização de produtos e processos antes da produção efetiva. Tenta empurrar a solução de problemas de qualidade para o estágio de projeto, onde, segundo ele, a grande maioria se origina. Propõe a redução incansável de variabilidades do processo, mesmo que os processos estejam apresentando variabilidade dentro da faixa de tolerâncias dimensionais especificadas. Justifica isso através de seu conceito de “(social) loss function”, ou função de perda (social). Crê que por menor que seja o desvio de um processo em relação à sua especificação nominal, uma perda será gerada. Esta perda, segundo Taguchi crescerá quadraticamente com o desvio em relação ao valor nominal que o produto do processo deveria ter e não necessariamente recairá sobre o produtor, mas sobre algum setor da sociedade como um todo. Por isso denomina “social loss” (perda social) ao efeito de desvios de qualidade. (Taguchi, 1986)

Os anos '80 também são os anos dos chamados *mainframes*, grandes computadores que funcionavam dentro do que se chamava “arquitetura fechada” (não intercambialidade de programas e periféricos entre computadores de diferentes fabricantes). Isso significa que muitas vezes, sistemas de informação desenvolvidos por/para diferentes setores da organização não poderiam trocar dados de forma simples, forçando as organizações a fazerem o uso de interfaces entre sistemas, nem sempre simples de equacionar. Interessante notar que a ênfase dada pelas técnicas desenvolvidas ao longo do século XX até os anos 80 era predominantemente interna às empresas. Buscava-se maximizar o desempenho dos nós (empresas) das redes de suprimento enquanto o tratamento das ligações entre nós (transporte físico, fluxos de informação, fluxos financeiros e tipos de relacionamento) era tratado de forma negligente ou mesmo, não tratado. As empresas ocidentais também debruçam-se sobre a gestão de desenvolvimentos de produtos, outro ponto de superioridade japonesa desta época. Conceitos como a competição com base em tempos e a engenharia simultânea como forma de aumentar a eficiência e diminuir o tempo e os recursos gastos para introduzir novos produtos no mercado ganham prioridade na agenda dos executivos e pesquisadores.

Uma técnica que começou a ser largamente utilizada nos anos '80, embora tenha sido extensivamente adotada pelas empresas japonesas no período de pós guerra, para acelerar o seu aprendizado sobre técnicas de Gestão de operações foi o *Benchmarking*. Trata-se da sistematização do aprendizado através da comparação com padrões de classe mundial, tanto de práticas quanto de desempenhos. A termos começou a ser usado pela Xerox, mais especificamente por um membro da sua equipe de logística chamado Robert Camp, numa tentativa de melhorar suas práticas para contra-reagirem ao recém sentido assédio competitivo de empresas japonesas (como a Canon) no mercado de copiadoras eletrônicas (Camp, 1989).

Neste sentido, os anos '80 foram também os anos em que a abordagem MRPII começou a sofrer as mais ácidas críticas. A falha técnica mais séria do MRPII é que não leva em conta que os recursos da unidade produtiva que gerencia são finitos. Os

seus módulos de tratamento de capacidade produtiva podem auxiliar genericamente falando a analisar se determinado plano de produção é viável mas sua consideração de tempos de obtenção de itens na fábrica independentemente da consideração das limitações de capacidade dos centros de trabalho passou a ser muito criticada, como uma potencial armadilha para empresas que necessitavam cada vez mais ter desempenhos competitivos por exemplo, em tempos de entrega e confiabilidade de entregas, além de bom desempenho em custos. A produção de programas detalhados operacionais que levem em conta as restrições de capacidade produtiva são chamados sistemas de programação de produção com capacidade finita (em oposição aos sistemas MRP por exemplo, considerados sistemas de capacidade “infinita”). Um marco no desenvolvimento de sistemas de programação com capacidade finita foi o surgimento de um sistema em 1978, chamado OPT (inicialmente, *optimized production timetable* depois alterado para *optimized production technology*), desenvolvido por um físico israelense de nome Eliahu Goldratt (Goldratt, 1988) e três associados (entre eles seu irmão). Inicialmente, por ser considerado “proprietário”, foi bastante difícil avaliar os conceitos por trás do sistema. Aparentemente, nas primeiras versões, o OPT trazia apenas princípios básicos conhecidos pelos pesquisadores da área à época, que gastavam bastante esforço no desenvolvimento das chamadas “regras de seqüenciamento”, regras segundo as quais a produção das ordens deveria ser seqüenciada nas unidades fabris, inclusive sendo este tópico objeto de muita pesquisa acadêmica sem entretanto ter tido muita repercussão na indústria. Em torno de 1978, entretanto, Goldratt teria percebido, analisando como poderia incorporar em sistemas de programação com capacidade finita, os princípios básicos da produção “puxada” presente no sistema Just in Time, que a programação detalhada, finita, só necessitava ser feita para recursos “gargalo” (aqueles para o quais, que de fato, não se poderia assumir o pressuposto presente nos sistemas MRP de capacidade “infinita”). Os recursos “não-gargalos” por terem capacidade de sobra, deveriam então submeter-se em vários aspectos, aos recursos gargalos, que, estes sim, deveriam merecer tratamento especial. A idéia ficou conhecida como *drum-buffer-rope* (tambor-pulmão-corda) e ganhou muita visibilidade com a publicação do livro “A Meta” (Goldratt e Fox,

1984), por Goldratt e um associado, na forma de um “romance” no qual um gerente de produção, Alex Rogo, acostumado às práticas tradicionais de gestão de produção tem sua fábrica ameaçada de fechar por desempenho pobre. Encontra então Jonah (o alter ego de Goldratt), um antigo professor que começa a inicia-lo no caminho dos princípios do OPT. Este livro tornou-se um *best seller* nos anos '80 popularizando os princípios conceituais do OPT, enquanto o software em si teve muito menos penetração que o esperado. Seguindo na trilha de Goldratt, vieram muitos outros pesquisadores e engenheiros de software desenvolvendo soluções para programação de produção com consideração de capacidade finita, fazendo uso dos computadores, já muito mais poderosos nos anos '80. i2 Technologies e seu produto da época, o simulador Rhythm, Manugistics, Moopi e numerosas outras soluções começaram a ser desenvolvidas e postas disponíveis para empresas com problemas complexos de seqüenciamento e programação de produção. Passaram a ser conhecidos como APS (“advanced planning systems”) e fazem extensivamente uso de técnicas otimizantes e heurísticas de pesquisa operacional incluindo a simulação.

Um outro desenvolvimento relevante para a área de gestão de operações ocorrido nos anos '80 refere-se também à indústria automobilística. Numa tentativa de fazer um apanhado dos desenvolvimentos até então para tentar antecipar tendências, o Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos lançou em 1985 um ambicioso programa de pesquisa chamado International Motor Vehicle Program (IMVP) numa tentativa de entender os porquês por trás do ganho crescente de fatias de mercado que os produtos (liderados pelos automóveis) japoneses estavam apresentando nos mercados mundiais. Criaram um projeto de pesquisa orçado em algo como US\$5 milhões, com pesquisadores do mundo todo para destrinchar detalhadamente e comparar as técnicas japonesas de gestão na indústria automobilística com as técnicas ocidentais. O resultado da pesquisa foi popularizado pela publicação de um importante livro simbolicamente denominado “A máquina que mudou o mundo” de autoria dos três líderes sênior do projeto (Womack, Jones e Roos, 1990). Este talvez seja um dos mais importantes e abrangentes livros sobre a indústria automobilística deste século e propõe um novo nome para o que seria o

modelo de gestão de produção para os anos '90: “*lean manufacturing* ou *lean production*” ou, como tem sido traduzido para o Português, manufatura enxuta. A proposta, a rigor, trata-se na verdade de algo pouco diferente da filosofia Just in Time de produção, como reconhecido pelos próprios autores. Entretanto, aparentemente o novo termo auxiliou a quebrar certas resistências nos gestores ocidentais (uma atitude comum do tipo “não somos japoneses”) para adotar as práticas desenvolvidas inicialmente pela Toyota.

Muito embora os modelos japoneses que consubstanciavam-se na filosofia Just in Time estivessem sendo celebrados como grandes vitoriosos pela maioria dos acadêmicos e práticos durante os anos '80, havia vozes dissonantes. Uma escola de pensamento que representou bem esta dissonância foi a escola escandinava. Inicialmente, um problema havia se colocado durante os anos '70 nas fábricas suecas: os funcionários suecos, com alto nível educacional e consciência social elevada começaram a se revoltar contra as condições de trabalho repetitivo das linhas de produção características da produção do estilo Fordista. Passaram então a ausentar-se do trabalho, os gastos sociais com seguro desemprego começaram a ficar pesados demais para os governos e as linhas de montagem passaram a ser operadas predominantemente por imigrantes, em grande parte vindos da Turquia. O Grupo Volvo teve um papel essencial na iniciativa, então disparada para melhorar as condições de trabalho (como chamados à época sistemas de produção “antropocêntricos”) e atrair bons trabalhadores de volta às fábricas de produtos de massa. O desenvolvimento deste novo modelo de sistema de produção pode ser ilustrado pelas novas fábricas desenvolvidas no final dos anos '70 e nos anos '80, de Kalmar (inaugurada em 1974) e Uddevalla (inaugurada em 1985). Uddevalla atraiu grande interesse mundial, pois tratava-se de uma unidade produtiva cujo projeto, pela primeira vez, contara com representante dos funcionários durante toda a etapa de desenvolvimento. Nesta planta, pequenos grupos (chamados de “grupos semi-autônomos”) eram responsáveis pela montagem de um veículo completo (em posições ergonomicamente corretas) em ciclos de produção que duravam várias horas (em oposição aos segundos de uma linha de montagem tradicional). Embora a

globalização tenha de certa forma forçado estas iniciativas a serem remodeladas nos anos '90 (na direção de modelos mais tradicionais de linhas de montagem, mais eficientes), a escola escandinava influenciou bastante a forma de pensar e organizar a produção principalmente em conjunto com o movimento de celularização (criação de células de produção capazes de executar um produto ou uma semi-montagem completa) dos anos '70, levando a uma organização, se não tão radicalmente revolucionária como aquela proposta pelas fábricas da Volvo dos anos '80, bem mais voltada à autonomia de pequenos grupos que nas fábricas tradicionais (Berggren, 1.992).

Os desenvolvimentos de práticas japonesas de produção, se num primeiro momento centraram-se em melhorar desempenhos em custo (reduzindo desperdícios com o Just in Time nos anos '60 e '70) e posteriormente em melhorar desempenhos em qualidade (anos, '70 e '80, com o “*company-wide quality control*”, precursor do movimento de qualidade total no ocidente), apresentou também desempenhos substancialmente melhorados no aspecto tempo: tempo de introdução de novos produtos (reduzidos, na industria automobilística para um terço dos tempos tradicionalmente obtidos pela industria ocidental – Clark e Fujimoto, 1991) e tempos de ciclo produtivo. Com a evolução cada vez mais rápida da tecnologia, estes aspectos passaram a ser cada vez mais importantes e os anos '90 trouxeram também iniciativas que resultaram na busca por “*time-based competitiveness*” ou competição baseada em tempos. Autores e livros importantes marcaram este movimento: Geoge Stalk e Thomas M. Hout, consultores do Bonston Consulting Group talvez tenham escrito o livro que marcou mais este movimento (Stalk and Hout, 1990): nele, procuram narrar experiências de empresas que conseguiram usar o tempo como vantagem competitiva no final dos anos '80. Também a área de gestão do desenvolvimento de novos produtos para redução de tempos de introdução de produtos no mercado ganhou grande atenção a partir de pesquisas como as de Clark e Fujimoto (Clark e Fujimoto, 1991), que analisam extensivamente aspectos gerenciais da introdução de novos produtos nas empresas japonesas e as confrontam com os métodos ocidentais tradicionais, prescrevendo certas características que as

empresas deveriam desenvolver se quiserem ser ágeis na introdução de produtos: paralelização de atividades substituindo seqüencialidade (a chamada *engenharia concorrente*, em que as atividades de desenvolvimento de produto, processo e produção são, tanto quanto possíveis disparadas em paralelo e não seqüencialmente, com ganhos enormes nos tempos totais de desenvolvimento), times de projetos multi funcionais, uso de projetos modulares, resolução local de conflitos e problemas, entre outras. Outro livro importante nesta área de redução de tempos de desenvolvimento de produtos é Wheelwright e Clark (1992), no qual os autores, pesquisadores da Universidade de Harvard, procuram abordar as questões da gestão de operações de desenvolvimento de novos produtos com uma perspectiva mais gerencial e estratégica, indo muito além da gestão meramente operacional de projetos, presente nas abordagens tradicionais.

XIV. OS ANOS 1990-2000

No início dos anos '90, o “próximo passo” a partir do desenvolvimento de “*lean production*” juntamente com as maiores pressões por bom desempenho em tempos e um mercado muito mais turbulento trazido pelos movimentos de globalização foi a chamada “*agile manufacturing*”, ou manufatura ágil. Definida como a “habilidade de sobreviver e prosperar em um ambiente competitivo de mudanças contínuas e imprevisíveis, através da reação rápida e eficaz aos mercados mutantes, direcionada por produtos e serviços projetados especificamente para o cliente” (Gunasekaran, 2.001). Uma variação deste termo é o termo *mass customization*, também originário dos anos '90 para representar um novo paradigma produtivo em que se buscariam as mesmas taxas de eficiência produtiva do paradigma de produção em massa, mas com níveis de personalização do produto e do serviço só anteriormente obteníveis com modelos de produção artesanal (Pine II, 1993).

Os anos 90 trouxeram várias novidades adicionais: uma delas refere-se a uma mudança substancial de plataformas computacionais. Os grandes computadores

(*mainframes*) foram substituídos por redes de microcomputadores, com uma clara tendência de passar maior responsabilidade e poder de processamento de dados ao usuário final. Também significou um aumento na disponibilidade de sistemas computacionais de arquitetura aberta, criando as condições para que sistemas de informação únicos passassem a integrar os vários setores funcionais dentro das organizações. Foi o início da fase de maturidade dos sistemas integrados de gestão (como o SAP, o BAAN4, o J.D. Edwards, o Microsiga e uma infinidade de outros sistemas comerciais disponíveis no mercado). Observe que sua intenção era oferecer vantagens para a gestão da empresa através de facilitar os fluxos de informações entre funções, ao longo dos processos de negócio. De certa forma, podemos admitir que foi um primeiro passo para um desenvolvimento de sistemas de gestão de redes de suprimento, mas ainda internamente à organização. Os 90 anos de desenvolvimento de técnicas de gestão de operações voltadas a melhorias de desempenho dentro dos nós das rede de suprimentos fizeram com que os custos marginais das melhorias incrementais de desempenho dentro dos nós (empresas) atingisse patamares bastante elevados, devido ao efeito da “lei dos retornos decrescentes”. Por outro lado, cresce, no início dos anos 90 a consciência de que o bom desempenho de um nó da rede está atrelado ao bom desempenho de outros nós dentro da rede a que pertence. Como por 90 anos os desenvolvimentos de técnicas visando a melhoria de desempenho nas ligações entre os nós não recebeu atenção substancial, a lei de retornos decrescentes não havia “agido” substancialmente sobre as ligações (fluxos entre nós). Isso fazia com que os custos marginais de melhorias incrementais nas ligações (entre os nós) ainda se encontrassem em patamares relativamente modestos. Isso talvez ajude a explicar a avalanche de interesse que as técnicas de gestão de redes de suprimento ganharam nos anos 90, tanto na academia como nas empresas (Corrêa e Caon, 2.002). Trata-se, de certa forma, de uma extensão da idéia de uma maior integração entre nós, trazida pelos sistemas integrados de gestão, mas agora integrando nós externos, ou seja, outras empresas da rede. Como estas outras empresas da rede não se encontram sob a mesma batuta organizacional ou proprietária (não há um chefe comum ou dono comum dos nós de uma rede), novas técnicas seriam necessárias para equacionar a questão de como

gerenciar estas redes, já que as técnicas tradicionais pressupunham propriedade ou superioridade hierárquica do gestor. Tecnicamente, os anos 90 testemunham o aparecimento de uma evolução acelerada de ferramentas de telecomunicações, que passam a permitir uma gestão com fluidez de informação sem precedentes entre empresas. Isso deu oportunidade a um grande desenvolvimento de técnicas de gestão das redes de suprimentos. Um desenvolvimento importante no campo das soluções para apoio à decisão que fazem uso da tecnologia de informação são os chamados sistemas de *Supply Chain Management* (SCM), como o APO, da SAP/AG, o i2 e o Manugistics. Interessantemente muitos deles tiveram sua origem na década anterior, na forma de APS (*advanced planning systems*). Não é surpresa que, nos anos '90, com a crescente demanda pelas empresas por soluções que tratassem “redes de empresas”, mais que apenas as empresas internamente, estes fornecedores de soluções computadorizada, que já haviam desenvolvido seus algoritmos para resolver problemas das redes internas das empresas, fossem ágeis para adaptá-los para auxiliarem a resolver de forma mais otimizada problemas de capacidades e fluxos nas redes externas à empresa. Afinal, a fábrica e seus fluxos são um micro-cosmo das redes de empresas. Movimentação interna de materiais dá lugar ao transporte de material, máquinas dão lugar a fábricas, pontos de armazenagem internos dão lugar a centros externos de distribuição (próprios ou não) e assim por diante.

Uma das iniciativas mais visíveis neste sentido teria partido da indústria de bens de consumo nos Estados Unidos quando alguns varejistas juntaram-se a fabricantes para criar o ECR (*Efficient Consumer Response*) para tentar encurtar o ciclo de reposição de produtos usando tecnologia de informação e telecomunicações. Um grupo voluntário chamado Efficient consumer response group foi criado, consistindo de executivos de fabricantes, distribuidores e varejistas. No início de 1993, um documento chamado “*Efficient Consumer Response - Enhancing Customer Value in the Groceries Industry*” (<http://www.fmi.org/supply/ECR/>) foi produzido relatando um estudo de práticas eficientes no sistema de distribuição de produtos de consumo e foi sugerido que estas práticas fossem implantadas. O

movimento se espalhou então pelo mundo todo, mas não são muitos os exemplos de implantação de sucesso.

Uma outra iniciativa que ganhou alguma visibilidade é conhecida como CPFR (*collaborative planning, forecasting and replenishment*). Segundo o conceito de CPFR, empresas parceiras em rede poderiam auferir benefícios e melhorar desempenhos tendo uma postura mais colaborativa entre si. A história começou supostamente em 1995 quando o grande varejista Wal-Mart descobriu que a empresa de produtos de consumo Warner Lambert não tinha padrões de desempenho similar a outros fornecedores de produtos do mesmo tipo. Teria tido início aí um esforço de compartilhamento maior de informações entre ambos que teria então passado a ser conhecido como CPFR¹⁸). Esta história, entretanto, ainda não encontra-se bem documentada. Também data da década de '90, mais para seu final um começo de uso mais intensivo de tecnologia da informação para tornar mais eficientes os processos de compras e seleção de fornecedores (estas iniciativas têm sido chamadas *e-procurement*, dentro da área mais ampla de negócios suportados pela Internet ao que se chama *e-business*). Este assunto será mais tratado na seção seguinte deste relatório.

Novos atores têm surgido. Os operadores logísticos são um novo ator que busca ganhos de produtividade por consolidação de cargas, às vezes entre diferentes setores industriais para quem trabalham. Em oposição a uma busca histórica por ganhos de escala dentro dos nós das redes, os operadores logísticos visam ganhar economias de escala e escopo nas ligações entre os nós. Outros atores importantes estão surgindo. São as chamadas VANs (*value added networks*). Tratam se, normalmente, de portais da Internet que tentam ampliar seu escopo de atuação para aquele de fornecedores de serviços que facilitem a fluidez de informações ao longo de redes de suprimentos. São, a exemplo dos operadores logísticos, em relação a materiais, atores que visam ganhar economias de escala centrando-se nas ligações informacionais entre os nós das redes.

¹⁸ <http://www.businessweek.com/adsections/chain/2.1/cpfrmeans.html>.

Recentemente, tem ganhado muita atenção nos meios, acadêmico e de praticantes, um programa de qualidade ao qual foi dado o nome “seis sigma”. Tecnicamente, seis sigma é uma referência a um nível de desempenho quanto a variabilidade de processos produtivos que resultaria na geração de apenas 3,4 defeitos por milhão produzido. A origem de iniciativas de “seis sigma” é atribuída à Motorola, nos anos ’80, embora a difusão dos conceitos para uma gama maior de empresas tenha apenas ocorrido nos anos ’90, talvez alavancada pela adoção em larga escala, do programa seis sigma pela General Electric, uma empresa que tem tido enorme visibilidade não só pelos seus níveis bastante altos de desempenho nas últimas décadas mas pela personalidade de seu ex-principal executivo, Jack Welch. Os programas de seis sigma visam o uso intensivo de técnicas estatísticas para em última análise, tentar incansavelmente reduzir os níveis de variabilidade dos processos. Inegavelmente, os programas de seis sigma são inspirados nas idéias de Taguchi (1986), dos anos ’80, de que seria compensador, em termos de reduzir “perdas sociais”, continuar a se colocar esforços em iniciativas que visem a redução de variabilidade, mesmo que esta já esteja ocorrendo dentro dos limites de tolerância especificados em projeto.

Boxe 4

Por que Regiões dos Desenhos dos Aviões não Apresentaram Marcas?

Depois de muito analisar a questão, passando por algumas teorias complexas sobre fluxos aerodinâmicos desviando projéteis e outras ainda menos plausíveis, a conclusão a que chegaram os pesquisadores foi simples: não foi atingido, naquelas regiões, NENHUM dos aviões... QUE VOLTARAM. Ou seja, os que foram atingidos naquelas regiões provavelmente não lograram voltar, tendo sido abatidos pela Artilharia Anti-Aérea (os chamados triple As”) do inimigo. Isso poderia significar que as regiões não marcadas representavam pontos frágeis das aeronaves e que, portanto deveriam merecer reforço.

XV. UM POUCO DO PRESENTE: GESTÃO DE OPERAÇÕES NA NOVA ECONOMIA

As forças por trás do surgimento da chamada “nova economia” estão mudando substancialmente a forma com que a economia e os negócios operam. Mas quais as implicações da nova economia para as formas que nós gerenciamos (e gerenciaremos) operações de serviços? Inspirados por algumas idéias desenvolvidas pelo Prof Robert Hayes num congresso da Production and Operations Management Society (<http://www.poms.org>) em Orlando, no ano 2.000 e subsequente incrementado num paper apresentado como *key-note speech* (palestra plenária principal) no Congresso Internacional da POMS 2.001 no Brasil, tentaremos discutir aqui quais são as alterações substanciais que estão acontecendo, e que requererão, tanto formas diferentes de encarar a gestão de operações de serviços na nova economia.

1. O QUE É A NOVA ECONOMIA

Nova economia é um termo crescentemente usado por gestores e acadêmicos em vários países do mundo para refletir a nova realidade encarada por eles, em termos de: globalização acelerada, novíssimas tecnologias (incluída aí, mas não exclusivamente a tecnologia de informação), onde os principais produtos e ativos são principalmente intelectuais (intensivos em informação e conhecimento), mais que físicos.

Muitas vezes o que se vê é a discussão em torno destas novíssimas tecnologias, centrar-se nas tecnologias baseadas na internet. Entretanto o escopo da discussão é muito mais amplo. Inclui desenvolvimento de software crescentemente sofisticado e customizado, telecomunicações fazendo ser possíveis transmissões de informações com riqueza, velocidade e inter-atividade nunca antes vistas (os fluxos beiram o imediato), o que possibilita novas formas de produção e distribuição de produtos na

industria de entretenimento, uma industria que floresce e tende a crescer no futuro, motivada por aumentos de produtividade industrial o que aparentemente pode refletir em jornadas menores de trabalho e mais tempo livre. Além disso, o aumento da vida média da população fará com que mais e mais pessoas tenham uma maior porção de tempo para gastar em atividades de entretenimento, tanto enquanto sua vida profissional ativa decorre (com jornadas menores) como no seu período de aposentadoria. Outra industria que tem se renovado continuamente é a indústria de educação e treinamento. Isso tem ocorrido, tanto pelo lado da oferta, com novas tecnologias permitindo que a educação à distância ocorra cada vez de forma mais eficaz como pelo lado da demanda, com uma crescente necessidade de cursos de educação continuada que ajudem os profissionais a manterem-se atualizados com a evolução das tecnologias e metodologias de gestão. Levantamentos recentes dão conta que em torno de 1/3 do crescimento do produto interno bruto americano desde 1995 são devidos às tecnologias de informação.

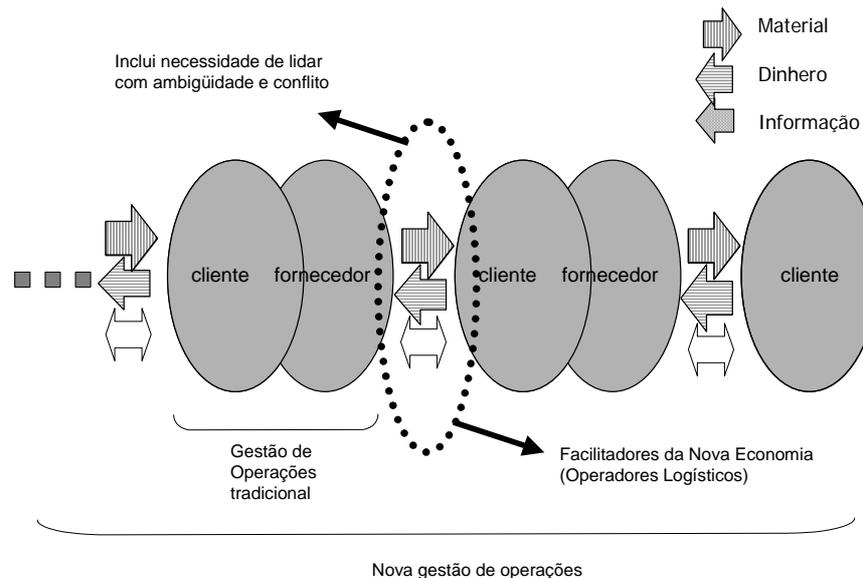
Para tentar equacionar estas questões, comecemos listando alguns pressupostos básicos da velha economia em relação à gestão de operações que ficam substancialmente alterados pela nova economia (Hayes, 2002).

2. NO QUE A NOVA ECONOMIA DIFERE DA VELHA ECONOMIA?

a) Na velha economia, a unidade de análise é a unidade produtiva (unidade prestadora de serviço, fábrica, parte de uma fábrica).

Hoje é raro ter suficiência uma abordagem que restrinja-se aos limites de uma organização sobre a qual se tem controle (propriedade acionária ou superioridade hierárquica). As tecnologias envolvidas na produção tanto de serviços como de produtos físicos evolui tão rapidamente e já se encontra em patamares tão altos, que com a multiplicidade de aspectos que um pacote de serviços competitivo apresenta,

é cada vez mais difícil que uma só empresa possa dominar internamente a todas elas. Passa a ser imprescindível que se estabeleçam alianças, parcerias para que se obtenham sinergias em que cada membro da aliança possa agregar seu quinhão de contribuição e competência para que a rede resultante de organizações e competências possa ser competitiva com as ofertas concorrentes. Evidentemente os mecanismos de controle e de gestão mudam em relação à velha economia. É necessário neste novo tipo de configuração que o gestor de operações desenvolva formas indiretas de gestão (que consiga induzir comportamento nos parceiros sem ter propriedade acionária ou superioridade hierárquica) do conjunto de organizações, cujas inter-relações são muitas vezes ambíguas, mutantes, dinâmicas e por vezes conflitantes. A Figura 38 ilustra o ponto. A velha economia e suas técnicas sempre centraram-se muito na gestão dos nós das redes de empresas. Hoje, entretanto como as redes são muito mais complexas, a necessidade surgiu que os gestores de operações vejam seu escopo de atuação como transcendendo os limites da organização à qual pertence. A grande alteração não está apenas na forma com que o gestor de operações gerencia as operações internamente (por exemplo, desenvolvendo habilidades para identificar quais atividades manter dentro da organização e quais terceirizar) mas também de gerenciar os relacionamentos entre os nós da rede. Este relacionamento impacta o nível e riqueza da troca (fluxos) de informações (aí incluídos aspectos de relacionamento, formas de contratação, níveis de confiança, tratamento de dados sensíveis, entre outros), os fluxos de materiais (o que tradicionalmente chamamos “logística”) entre nós da rede e os fluxos financeiros.

Figura 38**Representação da Importância da Gestão de Redes de Empresas na Nova Economia**

Conforme comentado anteriormente, com a nova economia, estão até mesmo surgindo novos atores na rede que tendem a ocupar posições e ter papéis crescentemente importantes. Um deles são os operadores logísticos. Os operadores logísticos são organizações que, assim como os nós da rede (as empresas pertencentes às redes) preocupam-se por exemplo, ganhar economias de escala e escopo dentro dos nós, preocupam-se em ganhar escala nos relacionamentos entre nós, no aspecto logístico. Pense na rede de empresas da loja virtual www.submarino.com.br. Estabelece um relacionamento com um cliente que compra um CD de música pela internet. O site submarino adquire então o CD de um possível atacadista e tem, a partir daí, que envia-lo, por exemplo, para o interior do Ceará. O site submarino procura ganhar escala nas suas operações e relacionamento com o atacadista, mas dificilmente terá um fluxo de CDs indo de sua operação para o interior do Ceará, na particular cidade onde mora o cliente. Aí exatamente surge a

conveniência de trabalhar com um operador logístico. Na maioria dos casos de vendas pela internet no Brasil, o operador logístico que faz a entrega é o Sedex dos correios. Ora, aproveitando-se das economias de escala (e escopo) no transporte, usa a seu favor (e de toda a rede a que pertence) o grande volume de correspondências de todo tipo que os Correios têm de transportar normalmente todos os dias, inclusive para aquela particular cidade do interior do Ceará. O CD vendido praticamente vai com um baixíssimo custo marginal, junto com o grande volume que iria de qualquer forma (cartas, etc., inclusive produtos de concorrentes do próprio submarino). Este é um dos papéis dos operadores logísticos: ajudar a viabilizar, através da obtenção de economias de escala e escopo, o funcionamento de redes que, de outra forma não teriam escala suficiente para operar isoladamente.

b) A Gestão de operações tradicional ocupa-se principalmente de gerenciar processos estáveis através dos quais, passam clientes, materiais e informações.

Em alguns setores da nova economia, isso não é mais verdade, já que o desenvolvimento dos processos está intrinsecamente ligado aos produtos ou serviços que o processo vai produzir. Imagine os estúdios Disney quando se preparam para o desenvolvimento de um novo longa metragem de animação. Uma grande rede de centenas de empresas terceirizadas se forma, deve operar durante o processo produtivo do longa metragem de forma absolutamente sincronizada e se desfaz ao seu final. O processo produtivo está intrinsecamente associado ao produto (ou serviço) gerado. As questões essenciais passam a ser não gerenciar um processo estável que vai produzir produtos que variam, mas como é que se conseguem coordenar todos estes diferentes atores e seus interesses, ambigüidades e até conflitos para que os objetivos sejam atingidos. O gestão do projeto tende a ser mais importante que a gestão do processo nesta circunstância. Esta condição não é apenas verdade para o setor de entretenimento, também no setor de alta tecnologia isso ocorre: uma fábrica da Intel (processadores que equipam os computadores) é projetada para durar 4 anos, pois esta é a duração de uma geração de processadores Pentium. Na próxima geração os níveis de miniaturização terão de ser tão diferentes

que requererão um novo processo, o que tornará a fábrica projetada para fabricar a geração anterior obsoleta. Agora pense numa fábrica de carros de 4 anos: seria considerada uma fábrica nova. A Figura 39 ilustra a idéia.

Figura 39

Uma Fábrica de Veículos (na figura, da Volkswagen) de 4 Anos de Idade é uma Fábrica “Nova”; uma Fábrica de Processadores (Intel) é uma Fábrica “Obsoleta”



c) *Na gestão de operações tradicional, o gestor centra sua preocupação na redução dos custos variáveis, já que os custos “fixos” ou semi-fixos são considerados fora do seu escopo de atuação.*

Isso ocorre muito pela pressuposição anterior: de que os processos são estáveis e que os investimentos incorridos no estabelecimento do processo forma incorridos há muito tempo e serão lentamente depreciados. Uma fábrica de carros, por exemplo, investe na sua fábrica e a utiliza por uma infinidade de gerações e famílias de carros. Uma de processadores utilizará a fábrica só por uma geração de processadores, tendo que depreciar a fábrica num período muito menor. Isso faz com que, enquanto na velha economia os custos do investimento inicial são uma parcela pouco relevante dos custos unitários do produto, em alguns setores da nova economia estes custos passem a ser muito mais relevantes. Agora imagine que o

processo de que estejamos tratando seja um processo de produção de um longa metragem (intensivo em informação). Imagine o filme “Titanic”. Seu estúdio teve de gerenciar um mega-projeto, estabelecer e gerenciar uma grande rede de empresas pelo período curto de um ano, tendo gasto neste período, a quantia de US\$ 300 milhões. Feito o lançamento, a produção de cópias extras a serem vendidas ou cedidas para cinemas do mundo inteiro tem um custo praticamente irrelevante (o custo dos rolos de celulóide e do processo ótico de cópia). Portanto neste caso a preocupação do gestor de operações sai do escopo da redução de custos variáveis para o escopo da redução dos custos do projeto, além da necessidade de agir no sentido de garantir os prazos de lançamento. Agora imagine quando a tecnologia permitir que se gerem cópias digitais dos filmes. Sua distribuição será ainda menos relevante em termos de custos. Até o limite em que o filme não será vendido, será posto acessível diretamente aos clientes para download (ou exibição on line). Isso também é verdade para o mercado farmacêutico, por exemplo, que pode gastar facilmente US\$ 500 milhões no desenvolvimento de uma nova molécula (princípio ativo). Os custos de produção e distribuição do medicamento nas suas caixinhas deixa de ser o mais relevante.

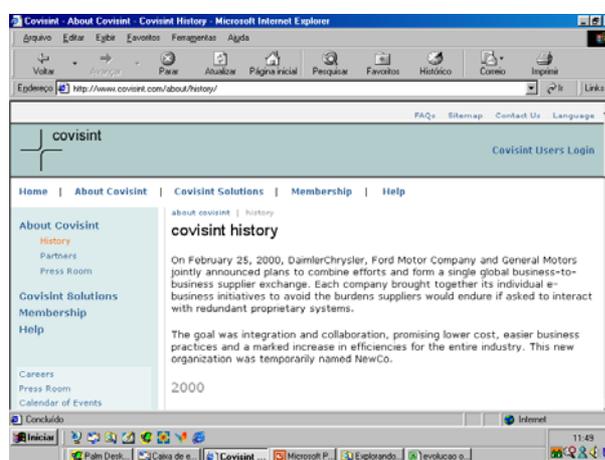
d) Na velha economia, os concorrentes são inimigos.

Na nova economia, impera a necessidade de o gestor de operações considerar modalidades de “co-opetition”, um neologismo que poderia ser traduzido como co-opetição. Ou seja, um misto entre competição (concorrência) e cooperação, no qual os concorrentes deixam de ser simplesmente inimigos, mas também cooperar naquilo que não seja essencial para a concorrência. Um exemplo de alta visibilidade é o portal de compras Covisint – veja Figura 40 – (www.covisint.com), uma joint venture de três concorrentes ferrenhos da indústria automobilística mundial: Daimler-Chrysler, Ford e General Motors, para ganharem escala e conseqüentemente poder de barganha nas compras de materiais não produtivos (como material de papelaria) ou produtivos não ligados a atividades centrais (como pneus por exemplo). Neste caso enxergam-se como co-opetidores. São concorrentes

sim, mas podem perfeitamente colaborar entre si naqueles aspectos que não estejam ligados a fatores diferenciadores na concorrência, como estão por exemplo, fazendo as organizações editoras dos jornais “O Estado de São Paulo” e “Folha de São Paulo”, “coopetindo” na distribuição – comum – de jornais para bancas e assinantes.

Figura 40

Portal Covisint – Exemplo de “Co-opetition”



e) *Em algumas situações (em que dominam os custos de desenvolvimento e não os custos variáveis) na nova economia, o que faz a diferença para a obtenção de produtos de menor custo não é o controle mais estrito dos processos, mas obter alta produção cumulativa.*

Imagine a Microsoft e seus produtos Windows ou Office. O custo marginal de uma nova cópia é pouco relevante quando comparado ao custo de desenvolvimento. A chave portanto para que estes custos sejam absorvidos rapidamente são a chegada antes no mercado e se possível um aumento o mais rápido possível do número de cópias acumuladamente vendidas. Isso explica uma alteração substancial encontrada numa série de situações quanto à gestão de qualidade na nova e na velha economia.

Na velha economia, o paradigma da qualidade pregava que, se na véspera do lançamento de um produto, um defeito fosse encontrado, o produto não deveria ser lançado, visava-se um produto lançado com nível máximo de “perfeição”. A Xerox e a Catterpillar sempre foram empresas que orgulharam-se deste tipo de postura, possivelmente adequada para seus mercados, produtos e época. Entretanto, pense agora num gerente de desenvolvimento de produto na Microsoft, descobrindo um “bug” na véspera do lançamento de uma nova versão do Windows informando ao seu presidente: “Sr Gates, achamos um bug. Suspendemos o lançamento?”. Ora, evidentemente, a resposta seria não! Lance o produto! O que impera agora em alguns mercados, é a postura de obter um produto com níveis mínimos de aceitabilidade pelo mercado, mas pressões de tempo (para chegar a tempo no mercado) e a complexidade do produto fazem com que seja impossível esperar pelo produto perfeito para então lançar.

Figura 41

Diferenças Trazidas pela Nova Economia, Relevantes para a Gestão de Operações (baseada em Hayes, 2.002)

Assunto	Velha economia	Nova economia
Unidade de análise	Unidade operacional	Rede de atores semi independentes
Objetivo	Vender produtos e serviços	Desenvolver relacionamentos de prazo mais longo com fornecedores, clientes e outros complementadores da atividade de operação
Meta principal	Transação de venda	Garantir o sucesso do cliente com o uso do produto ou serviço
Domínio da GO	Produtos e processos estáveis	Sistema de produtos complementares provido por uma rede de organizações
Atividade dominante da GO	Gerência de fluxos ao longo de processos estáveis	Gerência da dinâmica de produtos constantemente mutantes através de uma rede flexível de processos
Ferramentas da OM	Análise de fluxos, programação, etc	Gestão de projetos, negociação, construção de consenso, desenho de incentivos
Medida de desempenho	Custo marginal e qualidade (ausência de defeitos)	Flexibilidade, tempos, serviço, qualidade, custo
Melhoramento de desempenho	Melhoria contínua, PDCA, benchmarking	Aprendizado ao longo de projetos de desenvolvimento, redes de conhecimento
Relação com parceiros na rede	Conflituoso, ganha-perde	Cooperativo, ganha-ganha

Se o produto foi feito dentro da orientação de permitir rapidamente correções evolutivas, e lançamento de releases corretivas, com download fácil, é possível até contar com os milhares de usuários como inspetores de qualidade trazendo informações valiosas sobre correção e melhoramento do produto.

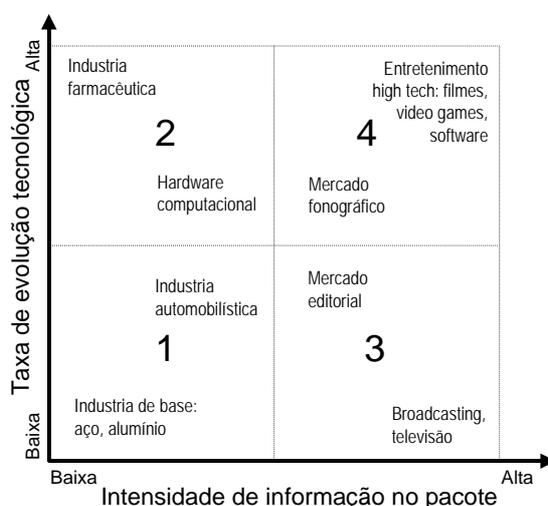
Não se está aqui advogando um tipo ou outro de postura, só se está tentando chamar a atenção para o fato de que a nova economia traz mudanças substanciais que, no mínimo desafiam alguns paradigmas com os quais os gestores de operações estavam bastante acostumados. Mas quais são os setores mais afetados pelas mudanças trazidas pela nova Economia?

3. SETORES A SEREM MAIS AFETADOS

Bem, sem dúvida os setores mais afetados são aqueles cuja tecnologia evolui a taxas mais rápidas e aqueles cujo pacote de produtos e serviços entregues são (ou estão se tornando) mais intensivos em informação. Isso define duas variáveis que por sua vez podem ser colocadas num gráfico cartesiano. Veja a Figura 42.

Figura 42

Diferentes Intensidades de Informação no Pacote e Taxas de Evolução Tecnológica Definindo o Quanto a Nova Economia Afeta os Setores



Os quatro quadrantes da Figura 42 serão mais ou menos afetados pelas alterações ocorridas com a nova economia. Entretanto, os diferentes quadrantes serão diferentemente afetados.

- O quadrante mais afetado é o mercado como quadrante 4 na Figura 42. Todos os 5 pontos analisados de diferenças entre a nova e a velha economia se fazem sentir aqui.
- O quadrante menos afetado é o quadrante 1, que poderá, afetar-se mais intensamente pelo ponto 1, referente à necessidade de gerenciar redes de empresas mais que empresas em isolamento e pelo ponto 4 que refere-se à competição.
- O quadrante 2 praticamente também é afetado pelos 5 pontos analisados, embora provavelmente em menor grau que o quadrante 4.
- O quadrante 3 poderá ser afetado pelos pontos 1, 3 e 4 principalmente tendo, os outros, menor grau de impacto.

XVI. ANALISANDO O PASSADO E ESPECULANDO SOBRE O FUTURO DA ÁREA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES

Embora se tentem rastrear manifestações que poderiam ser relacionadas com a área que hoje se conhece como gestão de operações desde a antiguidade, talvez o primeiro registro de um autor que tenha expressado um olhar sobre a questão de gerenciar com alguma sistematização os processos de criação de valor através da produção de produtos e serviços seja do Século XVII, em relação a gestão de projetos. Entretanto, é evidente quando se analisa o quadro completo (veja o Apêndice 1), que as primeiras atividades de fato a influenciarem a área como a conhecemos hoje é de 1776, com a publicação do clássico “A Riqueza das Nações”

por Adam Smith, no Reino Unido – coincidentemente no mesmo ano, James Watt apresentou sua “máquina a vapor” e isso normalmente é associado com o disparo da chamada “primeira revolução industrial”. Aí de fato tudo começa. A partir de então o progresso da área ocorreu numa taxa lenta no início e que foi acelerando-se ao longo do correr do tempo. Recebeu contribuições muito relevantes de áreas do conhecimento como a psicologia, a estatística, a matemática, a economia industrial, o estudo de estratégias de negócio, entre outras, configurando-se com isso na área crescentemente multifacetada e quase multi-disciplinar que é hoje. É possível estabelecer um fluxo de inter-relações bastante claro que encadeia vários dos desenvolvimentos ocorridos ao longo destes 2 séculos e meio. Uma representação deste encadeamento é proposta no Anexo 1 (o Anexo 2 traz uma lista com a cronologia dos acontecimentos narrados neste relatório). As relações de influência entre os desenvolvimentos (representados com quadros em que consta o ano em que foi supostamente concebido ou apresentado para audiências mais amplas) são representadas pelas setas que conectam os desenvolvimentos.

Baseado neste encadeamento lógico de influências identificado na literatura relevante consultada, foram desenvolvidos determinados Blocos de desenvolvimentos fortemente conectados e correlatos, que, se também se interconectam com outros blocos, têm intra-bloco, uma coesão que permite que se os nomeie. São os seguintes:

- *Gestão de projetos*. Tem um desenvolvimento relativamente lento e algo auto-contido. Interessantemente, em termos de gestão de operações, é o que primeiro se desenvolveu e um que aparentemente não alterou muito sua forma de gestão ao longo do período analisado.
- *American system of manufacture*: Um bloco bastante coeso e auto-contido, pois em determinado momento da história eram os únicos desenvolvimentos ocorrendo. Fruto de condições históricas e do brilhantismo de relativamente poucos pensadores como Adam Smith e Charles Babbage, e de muitos

engenheiros e homens de negócio práticos, como Eli Whitney, Samuel Colt, Singer, Andrew Carnegie e outros, este período marcou a migração de um modelo artesanal ou fabril de pequena escala europeu de produção, da primeira revolução industrial para o modelo fabril em larga escala com peças e componentes intercambiáveis de produtos sendo feitos por máquinas e com algum conteúdo tecnológico. Foi o período que inaugurou os “grandes negócios” de manufatura, lançando as bases para o importante bloco que se seguiu, quase que ato contínuo a este, o bloco de “produção em massa”.

- *Produção em massa.* Neste bloco, caracterizado pelas primeiras décadas do século XX, criam-se as bases para que as produções, já ocorrendo em fluxo no século anterior, sejam feitas em massa. Alavancando de forma impressionante este bloco, está o “motor” da administração científica. Talvez nenhum desenvolvimento tenha exercido tanta influência e conformado tanto a face da Gestão de operações no século XX quanto a administração científica, disparada por Frederick Taylor e desenvolvida por uma infinidade de outros seguidores. A lógica de pensar sistematicamente as atividades de produção e criar um corpo de prescrições implantáveis (saindo do campo meramente das idéias) fez com que Taylor e seus seguidores merecessem este crédito. Pegando de forma marcante o “bastão” da administração científica e usando como objeto um novo produto que mudaria o mundo – o automóvel – e com uma obstinação que contra-compensou ao menos em parte sua polêmica personalidade, Henry Ford como ninguém personificou a era (e o bloco) da produção em massa. Fez um império e fortuna e acima de tudo deu o tom de como seria, por um longo tempo o modo de produção americano e dada sua influência no mundo, mundial. Isso é uma coisa que, iniciado no bloco do *American system of manufacture*, consolida-se neste bloco: um impressionante domínio americano nos desenvolvimentos da área de gestão de operações por uma boa parte do século XX. Outra coisa que se consolida neste período é a indústria automobilística como o setor industrial do século XX que mais influenciou a forma como a gestão de operações evoluiu. Talvez devido à complexidade do produto “automóvel”, que para ser feito tem de recorrer a

vários tipos diferentes de processo produtivo, em conjunto com ser feito em grandes volumes, em conjunto com ter sido um setor industrial sujeito a uma ferrenha concorrência desde os primeiros anos deste século, de fato a história da gestão de operações de certa forma se confunde, principalmente em alguns períodos com a história das técnicas produtivas usadas na indústria automobilística.

- *Ciência da administração (management science)*. Aqui mais fortemente entram as contribuições da modelagem matemática e da estatística e mais recentemente das ciências da computação. A lógica “científica” (talvez fosse melhor chamá-la *sistemática*) da administração científica por certo influenciou tremendamente o desenvolvimento deste bloco. Aqui encontram-se os desenvolvimentos que resultaram nas modelagens para gestão de estoques, para gestão de filas e fluxos, para a gestão de planejamento, programação e controle de produção, do controle estatístico de processos, passando pelos fascinantes desenvolvimentos que apoiaram o esforço (principalmente britânico e americano durante a Segunda Grande Guerra Mundial) que resultaram na área de pesquisa operacional, o uso intensivo de modelagem matemática e estatística para o encontro de pontos melhores de operação de sistemas e mais recentemente (derivado da área de pesquisa operacional), a área de análise de sistemas, computacionais ou não e desembocando na área que no início do século XXI encontra-se em ebulição que é a área de gestão de redes de suprimento.
- *Enfoque social*. Neste bloco encontra-se por excelência a contribuição essencial que a psicologia deu e tem dado à área de gestão de operações. Corrigindo o excessivo viés técnico que Taylor imprimiu à sua administração científica, os cientistas sociais das áreas de psicologia e sociologia trouxeram sua mais adequada abordagem sócio-técnica.
- *Just in time / TQC / Lean / Agile*. O bloco sucedâneo do bloco “produção em massa”, por excelência tem, a exemplo de seu sucessor, encontrado sua mais

importante fonte de aplicação na indústria automobilística. Originado no Japão (que de certa forma a partir dos anos '50 e até o final do século parece ter assumido o papel do país mais influente nas inovações em técnicas de gestão de operação), mas não tardando a ganhar o mundo, neste bloco estão desenvolvimentos que alteraram profundamente o jeito que operações são gerenciadas na segunda metade do século. O *Just in Time*, a Gestão de qualidade total e seus sucedâneos, o recém nomeado *lean production* e o ainda mais recentemente nomeado *agile production* são todos partes deste bloco.

- *Estratégia de operações*. O crescimento da complexidade da área de certa forma foi acompanhado por uma certa crescente conscientização de sua importância estratégica ao longo do século XX. Entretanto, foi só no final dos anos '60 que a área assumiu que deveria desenvolver abordagens que explicitamente tratassem melhor das interfaces com outras funções, e com o ambiente (clientes, concorrentes e outros atores do em torno processo). Neste bloco encontram-se desenvolvimentos como o “*benchmarking*”, os processos de desenvolvimento e implantação de estratégias de operações (não confundir com as estratégias competitivas genéricas ou com as estratégias corporativas), a melhor compreensão dos *trade-offs* envolvidos em operações, as questões de foco e alinhamento operacional e outros desenvolvimentos estratégicos.
- *Gestão de operações de serviços*. Na medida em que o século se tornou mais e mais um século de “manufatura e serviços”, mais que só de manufatura, a área de gestão de operações tratou, ainda que algo tardiamente de focar técnicas e métodos de gestão que, se aproveitaram muito dos desenvolvimentos anteriores da área, requereram (e ainda requerem), sem dúvidas algumas e importantes abordagens específicas que consigam contemplar a interação com o cliente, a simultaneidade produção / consumo, a não estocabilidade, entre outras.

Oito blocos que contam de forma encadeada a história desta fascinante área do conhecimento.

Mas o que deverá vir pela frente? Numa seção anterior, foi tratada a questão mais contemporânea das alterações que a chamada “nova economia” trouxe para a área de gestão de operações. A idéia daquela seção deste relatório era procurar acrescer à descrição histórica, uma visão do presente. Com base nestas duas visões, do passado e do presente, a seção seguinte procura especular um pouco a respeito de áreas que o autor crê, deveriam merecer mais desenvolvimento no futuro. Em outras palavras, o que se pretende a partir de agora é praticar um exercício de quase livre pensar sobre as avenidas para pesquisas futuras que poderiam valer a pena explorar no século que se apresenta à nossa frente, embora seja desde já reconhecido que este não é o objetivo primeiro da pesquisa que originou este relatório.

1. UMA AGENDA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTOS PARA A ÁREA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES

- *Bloco Gestão de projetos.* Na medida em que a economia do futuro traz desafios crescentes quanto ao desenvolvimento de produtos crescentemente complexos cujos projetos têm vida útil cada vez mais curta, é crucial que se pesquisem formas mais eficazes de gestão de projetos que as clássicas técnicas de PERT e COM, ainda largamente em voga e em uso, apesar de não serem capazes de lidar adequadamente, por exemplo, com a crescente demanda por paralelismo no desenvolvimento. Entretanto, quando se fala em gestão de projetos, a consideração deve transcender em muito o aspecto de representação, programação e controle de redes de atividades. Trata-se, por exemplo, de quebrar práticas tradicionais em projetos, e.g. a de se iniciar uma atividade apenas quando outra atividade acaba. Paralelismo, por exemplo, requer o disparo de atividades a partir de produtos parciais, de produtos incompletos. Isso requer que os participantes, por exemplo desenvolvam uma habilidade e técnicas que os permitam lidar com ambientes incertos e ambíguos muito mais que em sistemas tradicionais. Ambientes mais incertos e turbulentos requerem habilidades e técnicas desenvolvidas para lidarem com aspectos mais “fluidos” como incerteza,

risco e outros. Aspectos como organização para projetos, ênfase em processos ou em funções, dependendo dos objetivos estratégicos são exemplos de tópicos que merecem desenvolvimento adicional.

- *Bloco Just in Time / TQC / Lean / Agile.* Neste bloco os desafios são bastante relacionados a quebrar *trade offs* tradicionais, principalmente referentes a custo e flexibilidade/personalização de produtos. O fim primeiro dos desenvolvimentos desta área são modelos produtivos que sejam tão eficientes em custo quanto os modelos de produção em massa, e que sejam tão particularmente adequados aos clientes em particular quanto os modelos de produção artesanal são capazes de executar. Aí envolvida está certamente a sempre em evolução tecnologia de processo, mas talvez não seja o caso de apenas se desenvolver mais tecnologia de processo, mas pelo menos com a mesma ênfase, de usar melhor, tirar mais proveito da tecnologia disponível. As máquinas são mais flexíveis, mas às vezes as pessoas e os sistemas e as estruturas organizacionais nem tanto. Para se obter eficiência com flexibilidade, é necessário quebrar alguns paradigmas que de forma fortíssima fixaram-se na mente de muitos gestores industriais e formas de quebrar estes paradigmas certamente merecem exploração adicional. Uma outra área que de certa forma tem segurado tremendamente os desenvolvimentos neste bloco é a área de medidas de avaliação de desempenho. Muitas vezes acham-se situações de empresas e setores produtivos que não preocupam-se suficientemente com o desenho de seus sistemas de avaliação de desempenho, esquecendo-se da máxima de que as pessoas fazem o que se mede delas e não necessariamente o que se espera delas. Ou seja, a frequência com que se acham sistemas de avaliação de desempenho que induzem pessoas a atitudes em desacordo com as exigências de agilidade deste bloco faz com que esta área seja outra merecedora de atenção adicional de pesquisadores e gestores.
- *Bloco Ciência da administração.* Neste bloco, talvez ainda mais que no bloco anterior, aplique-se a sugestão de que, pelo menos tanto esforço quanto aquele colocado no desenvolvimento de novas tecnologias seja dedicado ao melhor uso

destas tecnologias. Para concluir isso, não é necessária muita elaboração. Pensemos na tecnologia requerida para integrar cadeias de suprimento, via troca eletrônica de informações. Está disponível pelo menos há uma década. Entretanto, analisemos as unidades produtivas de redes de suprimentos que há no mercado. Quantas de fato conseguiram auferir os benefícios que uma maior troca de informações poderia trazer? Pouquíssimas. Analisemos a questão por exemplo, dos sistemas integrados de gestão. A tecnologia para termos informações totalmente integradas dentro de unidades produtivas também está disponível há algo como uma década. Quando entretanto se analisam as empresas que de fato conseguiram obter os benefícios desta integração, a conclusão a que se chega é a mesma: pouquíssimas. A pesquisa é pobre, nesta área, de pesquisas empíricas, aplicadas e aparentemente, mais pesquisa deste tipo é necessária neste bloco, de forma a suportar os gestores, não só a desenvolverem tecnologias crescentemente avançadas, mas acima de tudo, de usa-las para benefício competitivo. Implantação é uma palavra chave para os desenvolvimentos futuros mais necessários neste bloco.

- *Bloco Enfoque social.* Aqui talvez o desafio seja encontrar formas para atrair e manter bons valores na área de gestão de operações. Principalmente no Brasil, esta área não tem sido considerada muito competitiva pelos jovens talentos quando deixam suas faculdades em busca do primeiro emprego ou mesmo jovens talentos acadêmicos quando decidem por uma carreira na Universidade. Isso também de certa forma é um reflexo da fortíssima influência que o paradigma de produção em massa exerceu não só nas unidades produtivas das empresas, mas, interessantemente, também nas Universidades. Escolas de Engenharia de produção formam um grande contingente de jovens que acabam optando (por algum motivo) pelo trabalho em instituições, por exemplo, financeiras em atividades que nada têm a ver com operações. As escolas de administração de empresas, por sua vez, que ensinam gestão de operações têm na sua maioria tremenda dificuldade de criar interesse em seus alunos na área de gestão de operações. Talvez isso seja devido à forma que a gestão de operações está sendo

ensinada, ou ao conteúdo ensinado, ou, talvez, o que seja mais plausível, uma combinação de ambos. O ensino de operações nestas escolas ainda está muito operacional (no sentido de pouco estratégico – portanto enfatizando pouco a inserção da área na competitividade e no ambiente) e com viés fortemente industrial, sendo que a maioria das atividades que os jovens vão exercer em seus empregos futuros são de serviços. Dentro das empresas, por outro lado, as tarefas demandadas dos profissionais (e executadas por eles, pois trata-se na verdade de um ciclo que se auto-reforça) de operações são em geral tarefas reativas, com horizonte de curto prazo (o que é contraditório com as decisões tomadas em operações que muitas vezes envolvem recursos físicos que demandam grande antecedência para, por exemplo, serem obtidos) e sem ênfase ou ligação mais direta com o ambiente. Em outras palavras, as descrições de cargos ainda está muito ligada ao paradigma de produção em massa e a postura dos profissionais que entram no mercado de trabalho reforça esta condição pois nas Universidades isso é tudo o que o ingressante viu. Aqui a sugestão é a de se pesquisar e desenvolver formas de incorporar os desenvolvimentos mais recentes (como a *estratégia* de operações com tanta ênfase quanto a *gestão* de operações e a gestão de operações de *serviços* com pelo menos tanta ênfase quanto a gestão *fabril*), tanto no ensino de Gestão de operações nas Universidades quanto na assunção de responsabilidades pelos profissionais que já se encontram no mercado de trabalho (destes se requererá, certamente educação continuada, mas, especialmente uma forte reciclagem nos desenvolvimentos mais recentes da área).

- *Bloco Estratégia de operações*. Este é um bloco de desenvolvimento recente e como tal, muita coisa há para se pesquisar e desenvolver. Este é outro bloco que, a exemplo do bloco de Ciência da administração, também carece de pesquisa empírica, principalmente referente ao *processo* de estratégia de operações e sua implantação nas empresas. Especialmente promissor parece ser o tópico de estratégia de operações “baseada em recursos” – como desenvolver, manter e capitalizar as competências principais (*core competencies*) referentes a operações

dentro da empresa? Como são criadas as competências? Qual o papel das rotinas na criação destas competências? Como conciliar a abordagem mais clássica top-down de desenvolvimento estratégico de operações com a ideias de capitalização das competências? Como trabalhar melhor com os *trade offs* entre critérios de desempenho, principalmente aquele que afeta diretamente o bloco que contém desenvolvimentos referentes à produção ágil (custo versus flexibilidade)? Estas são algumas perguntas ainda sem resposta, principalmente para ambientes turbulentos como o brasileiro.

- *Bloco Gestão de operações de serviços*. Este é outro bloco jovem, ou seja, com muita coisa por pesquisar e desenvolver, embora tenha sofrido um processo de desenvolvimento acelerado nos últimos dez anos. Aqui as perguntas de pesquisa também abundam. Como trazer a mentalidade de serviços para o ambiente fabril? Como lidar com a mudança da ênfase na transação para a ênfase no relacionamento com o cliente? Como lidar com a crescente demanda por diversificação e personalização de serviços mantendo custos controlados (de novo, o *trade off* custo versus flexibilidade, agora em serviços)? Como mensurar qualidade e desempenho em serviços? Como desenhar melhores sistemas de avaliação de desempenho em serviços? Como desenvolver, implantar e manter uma estratégia de operações em serviços? Como melhor gerenciar os chamados serviços profissionais, uma das áreas mais sub-pesquisadas? Como entender e usar para benefício da organização os desenvolvimentos da tecnologia da informação? Como de fato desenvolver o conceito de customização em massa (*mass customization*) em serviços? São algumas das perguntas de pesquisa ainda sem resposta.

Um bom equacionamento destas questões (que de forma alguma pretendem ser exaustivas dos tópicos merecedores de desenvolvimento adicional) é crucial para que a área de Gestão de operações continue contribuindo no futuro pelo menos tanto quanto tem contribuído no passado e no presente e com isso dar sua contribuição para que as pessoas vivam num mundo melhor.

XVII. BIBLIOGRAFIA

ABERNATHY, W.J. e Corcoran, J.E. *Relearning From the Old Masters: Lessons of the American System of Manufacturing*. Journal of Operations Management. Vol 3 No. 4. August. P 155 – 167. 1983.

AKAO, Y. *Quality Function Deployment*. Stanford, MA. Productivity Press. 1994.

BABBAGE, C. *On the economy of machinery and manufactures*. London. Charles Knight. Reprint Augustus M. Kelley (1963). 1832.

BERGGREN, C. *The Volvo Experience: Alternatives for Lean Production* Londres. MacMillan. 1.992.

BROTHERS, L.A. *Operations Analysis in the USA Air Force*. Operations Research. Vol. 2. P. 1-16. 1954.

BOWEN, D.E.; Siehl, C. e Schneider, B. *A Framework to Analyse Customer Service Organisations in Manufacturing* Academy of Management Review. Vol. 14. p. 75-95. 1989.

BURBIDGE, J.L. *Production Flow Analysis* Oxford. Oxford Science Publications. 1989.

CAMP, R.C. *Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance*. Milwaukee. ASQC Quality. 1989.

CAPRA, F. *O Tao da Física*. São Paulo. Cultrix. 2000.

CHANDLER, A.D. *The visible hand: the managerial revolution in American Business*. Cambridge. Belknap Press. 1977.

CHASE, R.B. *Where does a Customer Fit in a Service Operation?* Harvard Business Review. Vol 56. No. 4. p 137-142. 1978.

CHASE, R.B. *A Classification and Evaluation of Research in Operations Management.* Journal of Operations Management. Vol 1. No. 1. p 9-14. 1980.

CHASE, R.B. *The Customer Contact Approach to Services.* Operations Research. Vol. 29. No. 4. 1981.

CHASE, R. B.; Aquilano, N.J. e Jacobs, F.R. *Operations Management for Competitive Advantage.* 9th Ed. McGraw-Hill Irwin. Boston. 2001.

CHASE, R.B. e Erikson, W. *The Service Factory.* Academy of Management Executive. No. 2. p. 191-196. 1989.

CHASE, R.B. e Stewart, D.M. *Failsafe Services.* Arnais da 8th Annual Conference of the OMA Society. Coventry, UK. University of Warwick. 1993.

CLARK, K.B. e Fujimoto, T. *Product Development Performance.* Boston. Harvard Business School Press. 1991.

CORRÊA, H.L., Gianesi, I.G.N. e Caon, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção.* São Paulo. Atlas. 2001.

CORRÊA, H.L. e Caon, M. *Gestão de Serviços.* São Paulo Atlas. 2002.

Dilworth, J.B. *Operations Management.* Orlando, Fla. Dryden. 2000.

DRUCKER, P.F. *The practice of management.* New York. Harper & Row. 1954.

- EMERSON, H.P. e Naehring, D.C.E. *Origins of industrial engineering*. Norcross, EUA. Institute of Industrial Engineers. 1984.
- FAULHABER, G.; Noam, E. e Tasley, R. (Eds) *Services in Transition: the Impact of Information Technology on the Service Sector*. Cambridge, MA. Ballinger. 1986.
- FEIGENBAUM, A.V. *Total quality control* 3ra edição. New York. McGraw-Hill. 1991.
- FORRESTER, J. W. *Industrial Dynamics*. Waltham.Pegasus (reimpressão 1.999). 1961.
- GAITHER, N. e Frazier, G. *Operations Management* 9th. Cincinnati, Ohio, EUA. Ed.South-Western. 2002.
- GOLDRATT, E. e Fox, J. *The Goal*. Londres. Aldershot. Gower. 1984.
- GOLDRATT, E.M. *Computerized shop floor scheduling*. International Journal of Production Research. 26 (3): 443-445. 1988.
- GUNASEKARAN, A. (Editor) *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy*. Amsterdam. Elsevier. 2001.
- HAMEL, G. e Prahalad, C.K. *Competing for the future*. Boston.Harvard Business School Press. 1994.
- HARRIS, Ford W. (original 1913) *How many parts to make at once*. Factory, the magazine of management. 10: 135-136. Reimpresso em Operations Research, 38: 947-950. 1990.

- HAYES, R.H. e Wheelwright, S. *Restoring our competitive edge*. New York. The Free Press. 1984.
- HAYES, R.H., Pisano, G. E Upton, D.M. *Strategic Operations*. New York. The Free Press. 1996.
- HAYES, R.H. *Challenges posed to operations management by the new economy*. Production and Operations Management. Vol 11. No. 1. Spring. 2002.
- HEIZER, J. e Render, B. *Operations Management*. New Jersey. Prentice-Hall. 1999.
- HERZBERG, F. *The Motivation to Work*. New York. John Wiley. 1959.
- HESKETT, J.L. *Lessons in the Service Sector*. Harvard Business Review. Vol. 65. No. 2. Mar-Apr. p. 118-126. 1987.
- HILL, T. *Manufacturing strategy*. Milton Keynes. U.K. Open University Press. 1985.
- HOPP, W.J. e Spearman, M.L. *Factory Physics*. New York. Irwin. 2001.
- HOSTAGE, G.M. *Quality Control in a Service Business*. Harvard Business Review. Vol 53. No. 4. July-Aug. p 98-106. 1975.
- HOUNSHELL, D. (1934 - original) *From the American System to Mass Production 1800-1934* The John Hopkins University Press. 1984.
- ISHIKAWA, K. *Guide to Quality Control*. Tokyo. Asian Productivity Organization, 1976.

- JOHNSTON, R.B. *The problem with planning: the significance of theories of activity for operations management*. Tese de PhD apresentada à School of Business Systems, Monash University, Melbourne, Austrália. 1999.
- JOHNSTON, R. *Operations: From Factory to Service Management*. International Journal of Service Industry Management. Vol 5. No. 1. p 49-63. . Londres. MCB University Press. 1994.
- JURAN, J.M. e Gryna, F.M. *Quality Control Handbook* 4th Ed. New York. McGraw-Hill. 1988.
- KEYS, P. *Understanding the process of operational research*. New York. Wiley. 1995.
- KRAJEWSKI, L.J. e Ritzman, L.P. *Operations Management*. Reading, Ma. Addison Wesley. 1998.
- LEVITT, T. *Production-line Approach to Services*. Harvard Business Review. Vol. 50. No. 5. Sep-Oct. p 41-52. 1972.
- LOVELOCK, C.H. e Young, R.F. *Look to Customers to Increase Productivity*. Harvard Business Review. Vol. 57. No. 3. May-Jun. p. 168-178. 1979.
- MCGREGOR, D. *The Human side of Enterprise*. New York. McGraw-Hill Book Company, 1960. [The Role of Staff in Modern Industry. Chapter 1 of Part III in George P. Shultz and Thomas L. Whisler (Eds.)]
- MAIA, A M. *A Era Ford*. Salvador. Casa da Qualidade. 2002.
- MASLOW, A. *Motivation and Personality* 3rd Ed. New York. Harper & Row. 1987, orinal de 1954.

- MELNYK, S.A. e Denzler, D.R. *Operations Management*. Boston. Irwin McGraw-Hill. 1996.
- MITROFANOV, S.P. *Scientific Principles of Group Technology* traduzido por E. Harris. England: National Lending Library for Sciences and Technology, 1966. (original de 1958).
- NIETO, M.; Arias, D.; Miguela, B. e Rodriguez, A. *The Evolution of Operations Management Contents: an Analysis of the Most Relevant Textbooks*. Industrial Management and Data Systems. 99/8 p 345-352. MCB University Press. 1999.
- OHNO, T. *O sistema Toyota de produção*. São Paulo. Bookman. 1988 – original, edição brasileira de 1997.
- ORLICKY, J. *Material requirements planning*. New York. McGraw-Hill. 1975.
- PINE II, B. J. *Mass Customisation*. Boston. Harvard Business School Press. 1993.
- PLOSSL, G. *MRP yesterday, today and tomorrow*. Production and Inventory Management 21 (3): 1-9. 1980.
- REID, R.D. e Sanders, N.R. *Operations Management*. New York. Wiley. 2002.
- RUSSELL, R.S. e Taylor III, B.W. *Operations Management*. 3rd Ed. New Jersey. Prentice Hall. 2000.
- SCHMENNER, R.W. *How Can Service Businesses Survive and Prosper?*. Sloan Management Review. Spring. P. 21-32. 1986.
- SASSER, W.E. *Match Supply and Demand in Service Industries*. Harvard Business Review. Vol. 54. No. 6. Nov-Dec. p. 133-140. 1976.

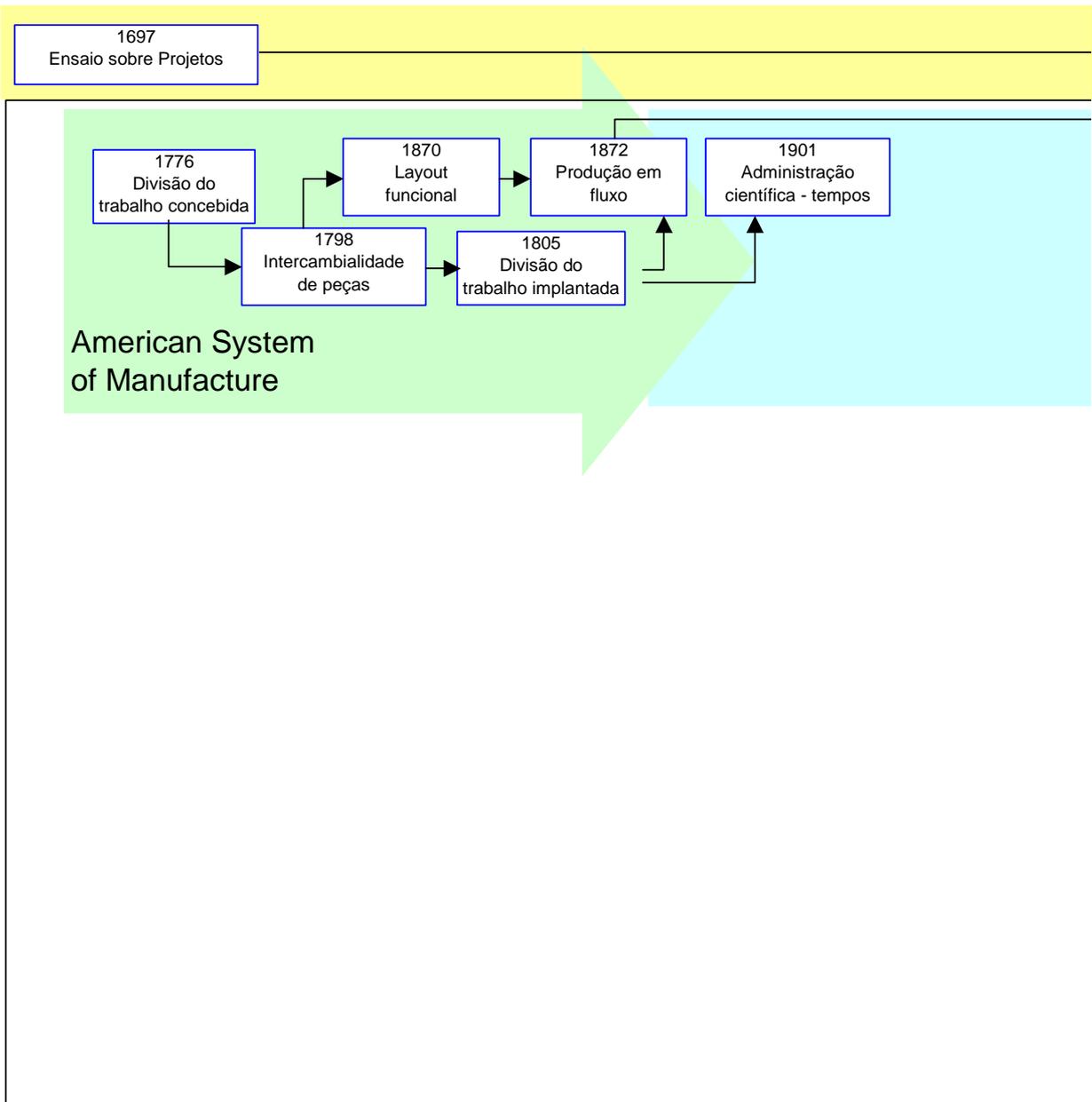
- SASSER, W.E.; Olsen, R.P. e Whyckoff, D.D. *Management of Service Operations*. Boston. Allyn and Bacon. 1978.
- SAWIER, J.E. *The Social Basis of the American System of Manufacturing*. *Journal of Economic History*. Vol. 14. No. 4. p. 375-376. 1954.
- SHINGO, S. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Stanford, MA. Productivity Press. 1985.
- SHOSTACK, G.L. *Service Positioning through Structural Change*. *Journal of Marketing*. Vol. 51. January. P. 34-43. 1987.
- SKINNER, W. *Manufacturing – the missing link in corporate strategy*. Boston, EUA. Harvard Business Review. May-Jun. 1969.
- SKINNER, W. *The focused factory*. Boston, EUA. Harvard Business Review. May-Jun. 1974.
- SLACK, N. *The manufacturing advantage*. Londres. Mercury Books. 1991.
- SLACK, N.; Chambers, S. e Johnston, R. *Operations Management*. Londres. Pitman. 2001.
- SLACK, N. e Lewis, M. *Operations Strategy*. Londres. Pitman. 2002.
- SLOAN Jr., A. E. *Meus anos com a General Motors*. São Paulo. Negócio Editora. 1999.
- SMITH, A. *An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Chicago. Great Books of the Western World, vol. 39, Encyclopaedia Britannica, 1952. Original de 1776.

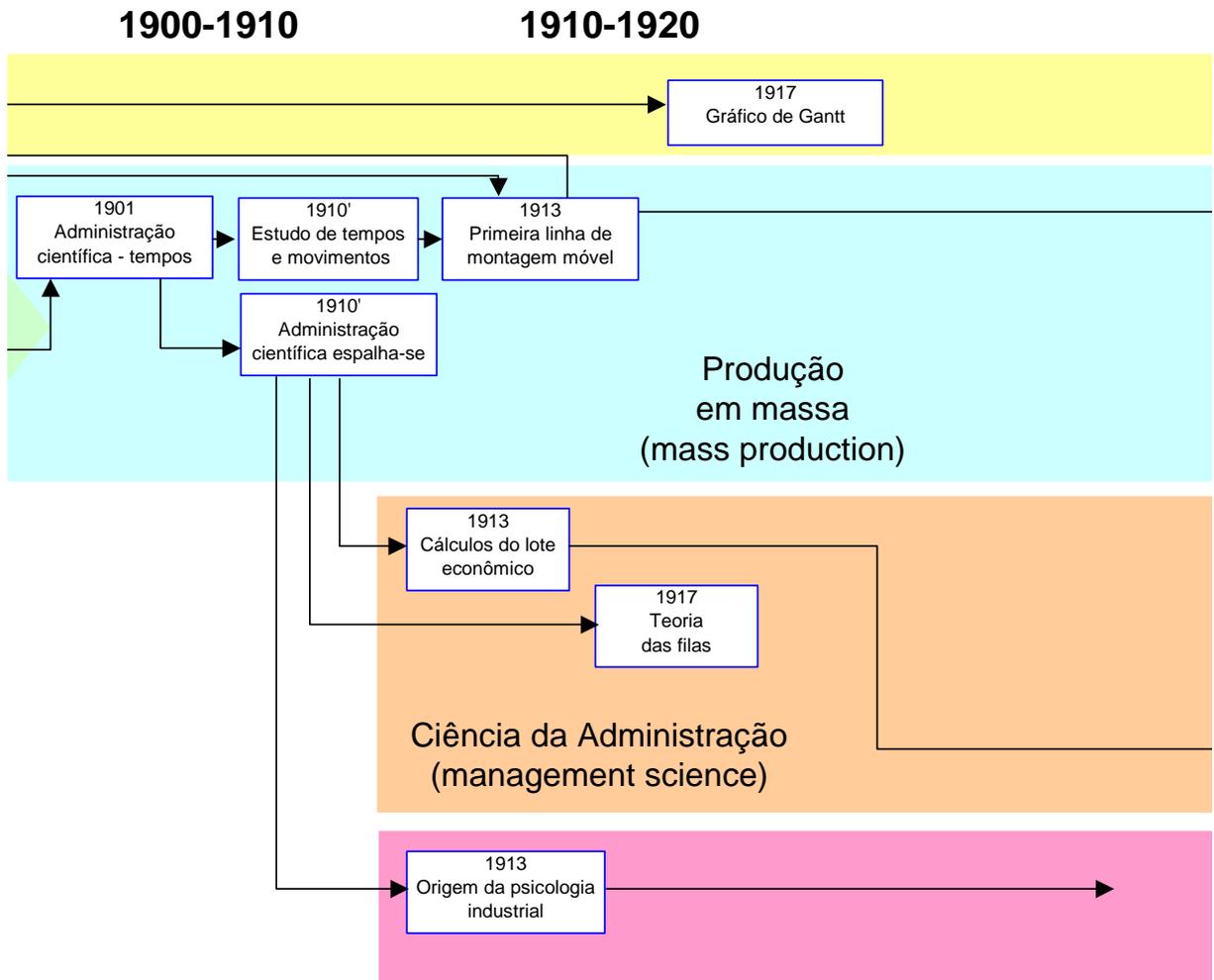
- STALK, G e Hout, T.M. *Competing Against Time*. New York. The Free Press. 1990.
- TAGUCHI, G. *Introduction to quality engineering*. Tokio. Productive Organization. 1986.
- TAYLOR, F. *Princípios da administração científica*. São Paulo. Ed. Atlas. 1971.
- THOMAS, C.J. *Military Operations Research* Air Force Studies and Analysis Agency. <http://www.mors.org/history/history.htm>.
- THOMAS, C.J. e Sheldon, R.S. *Air Force Operations Analysis*. Air Force Studies and Analysis Agency. <http://www.mors.org/history/history.htm>.
- TEDLOW, R.S. *7 Homens e os Impérios que Construíram*. São Paulo. Futura. 2002.
- TREFETHEN, F.N. *A history of operations research*. in *Operations Research for Management*. Vol. 1 (J.F McCoskey e F.N. Trefethen, eds.). Baltimore. Johns Hopkins Press. P. 3-35. 1954.
- URWICK, L. e Brech, E.F.L. *The making of scientific management*. Londres. Management Publications Trust. 1949.
- WAGNER, H.M. e Whitin, T.M. *Dynamic version of the economic lot size model*. *Management Science*. 5 (1): 89 – 96. 1958.
- WALKER, D.L. *Operations Management*. Londres. Thomson Business Press International. 1999.
- WHEELWRIGHT, S. e Clark, K.B. *Revolutionizing Product Development*. New York. The Free Press. 1992.

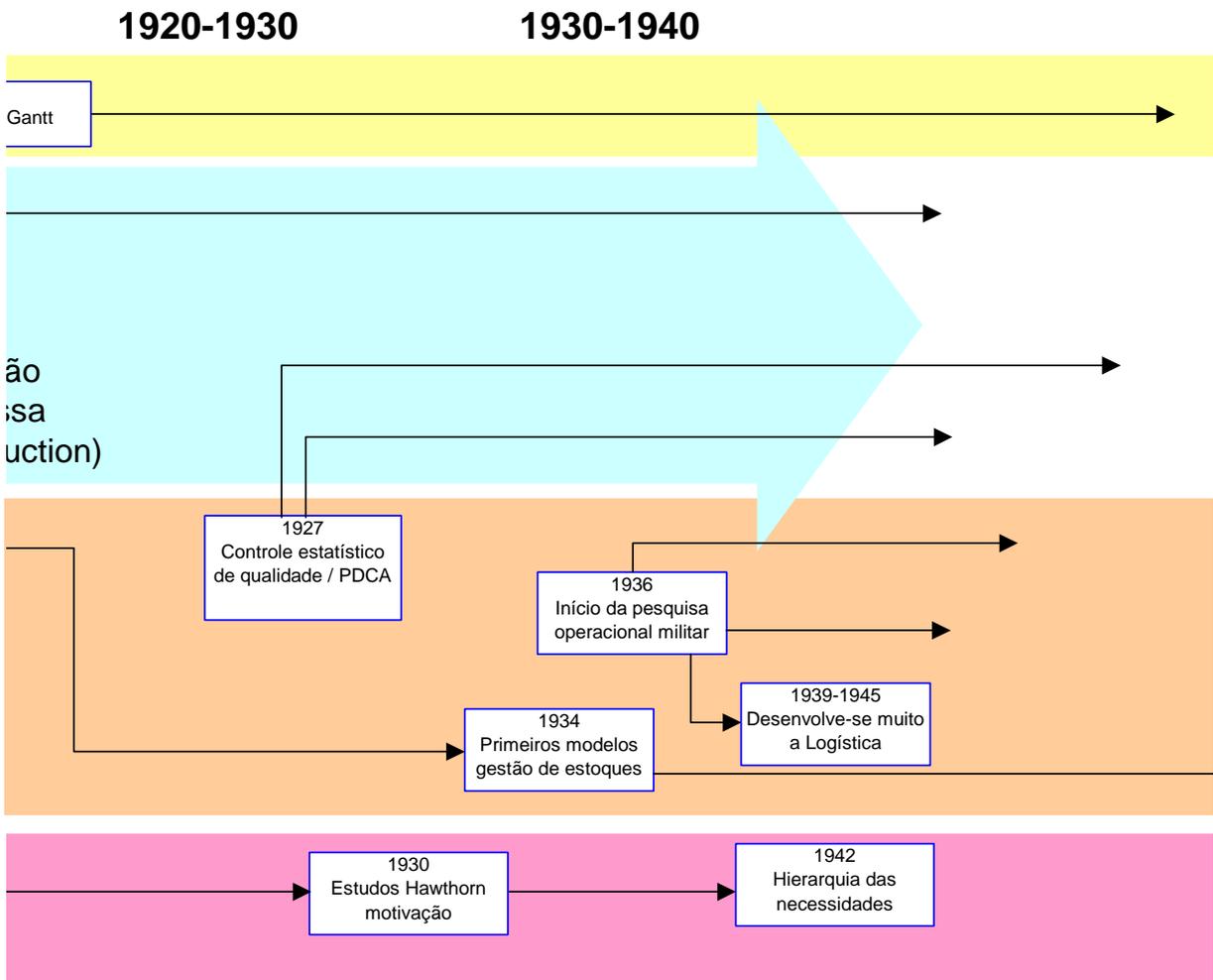
- WIGHT, O. *Manufacturing resources planning: MRPII*. Essex Junction. Oliver Wight Publications. 1981.
- WILD, R. *Concepts fo Operations Management*. Londres. Cassell. 1977.
- WILSON, R.H. *A Scientific routine for stock control*. Harvard Business Review Vol. 13. 116-128. 1934.
- WILSON, J.M. *An Historical Perspective on Operations Management*. Production and Inventory Management Journal. Third Quarter, APICS. 1995.
- WOMACK, J.P; Jones, D.T. e Roos, D. *The Machine that Changed the World*. New York. Rawson Associates. 1990.

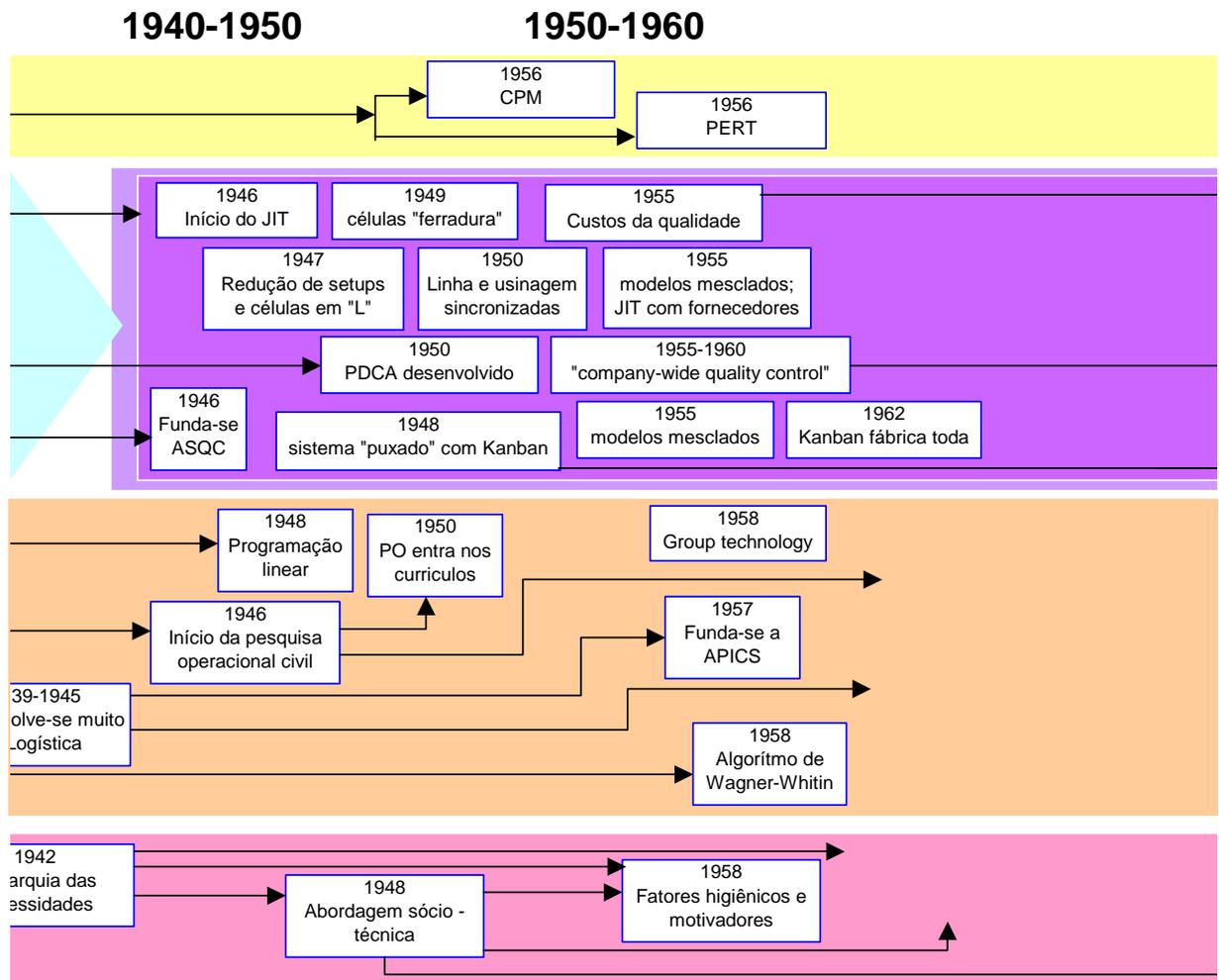
XVIII. ANEXOS

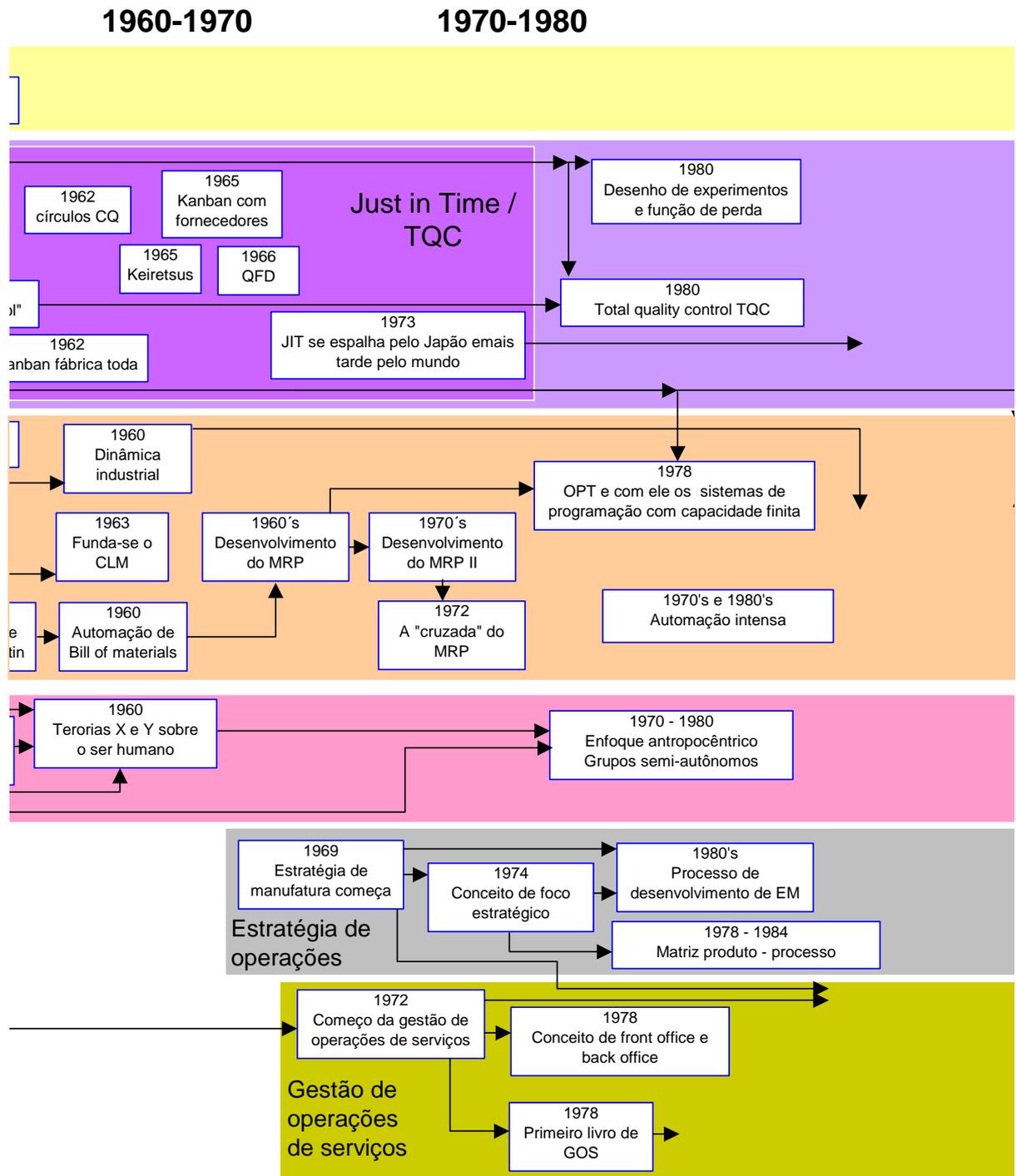
ANEXO 1 – UMA LINHA DO TEMPO DA EVOLUÇÃO DA ÁREA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES

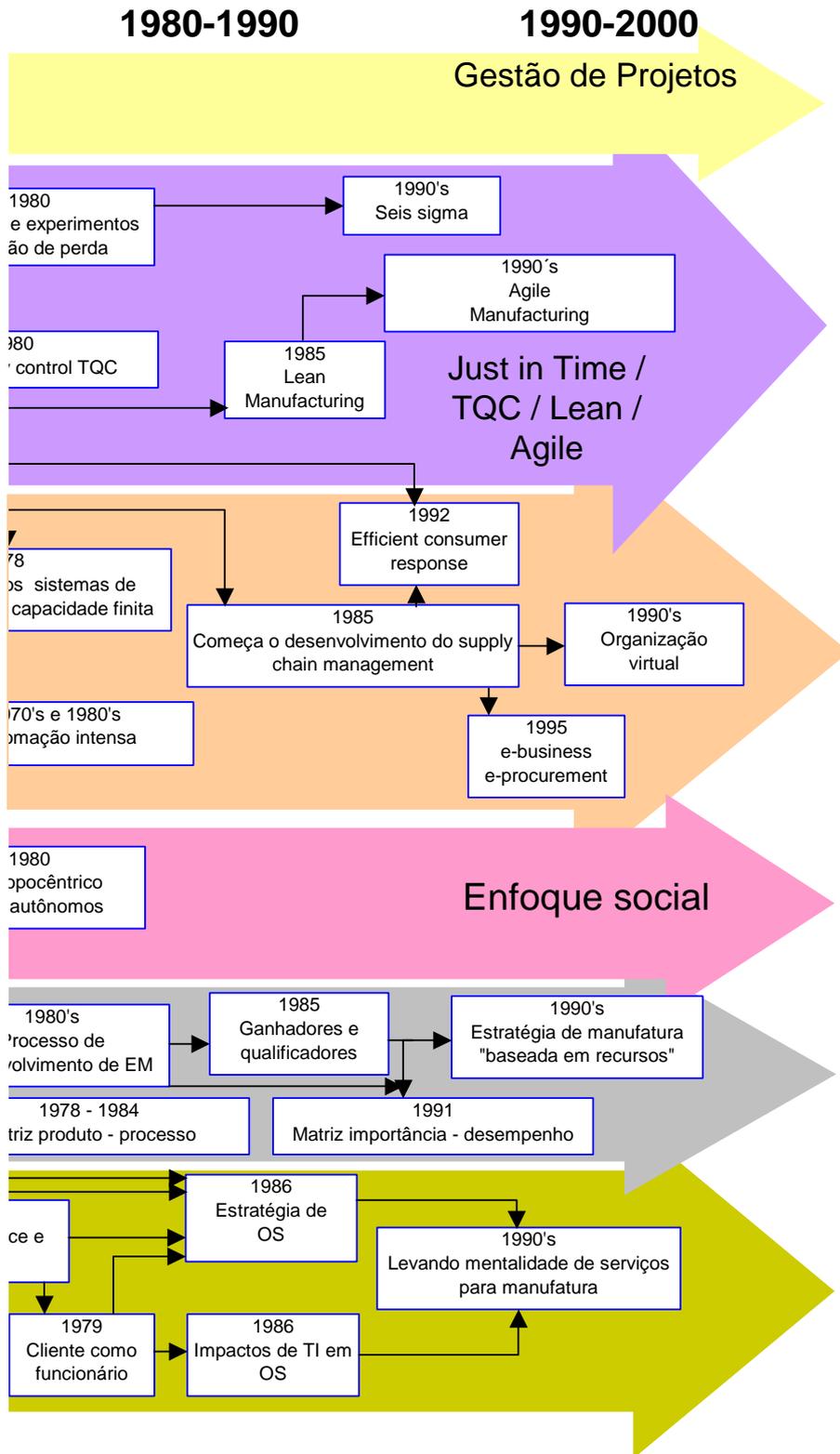
1600 - 1700**1800**











ANEXO 2 – UMA CRONOLOGIA DA EVOLUÇÃO DA ÁREA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES

Apêndice 2**Cronologia dos principais desenvolvimentos da área de Gestão de operações**

Ano	Desenvolvimento	Originador
1697	Primeira referência a gestão de projetos	Defoe
1776	Cria primeiro motor a vapor	Watt
1776	Publicação da "Riqueza das nações"	Smith
1798	Contrato para 10.000 mosquetes em dois anos; peças intercambiáveis desenvolvidas	Whitney
1808	Forma-se a General Motors	Durant
1832	Publicação elabora sobre a divisão do trabalho anteriormente proposta por Smith	Babbage
1850	1ras estruturas organizacionais e divisão do trabalho em empresas ferroviárias americanas	McCallun
1850	Métodos de contabilização desenvolvidos para grandes empreendimentos (ferrovias)	Thomson
1860	Colt adota princípio de unidades fabris integradas (fábricas dentro da fábrica)	Colt
1872	Começa a produção de aço de Carnegie nos Estados Unidos; layout obedece fluxo	Carnegie
1873	Singer aperfeiçoa o ASM diversificando e adotando layout funcional	Singer
1891	Grandes varejistas se estabelecem (e.g. Sears & Roebuck)	
1896	Constrói o seu primeiro quadriciclo (caseiro)	Ford
1900	Intercambialidade de peças trazida para a industria automobilística (Olds)	Leland
1901	Cria a "administração científica"	Taylor
1908	É introduzido o Ford modelo "T"	Ford
1913	Primeira linha de montagem móvel para fabricar o modelo "T"	Ford
1913	Desenvolvida a "fórmula do lote econômico" na Westinghouse	Harris
1913	Inicia-se a área de psicologia industrial	Mustenberg
1914	Primeiro trabalho tentando contextualizar a administração científica na psicologia industrial	L. Gilbreth
1915	Administração científica ganha visibilidade nacional	Emerson
1915	Princípios de administração científica estendidos para estudo de tempos e movimentos	F. Gilbreth
1917	Propõe gráfico de Gantt para gestão de projetos de navios na IGGM	Gantt
1917	Inicia-se o desenvolvimento da "teoria das filas"	Erlang
1923	Inicia-se a segmentação da oferta pela General Motors e suas divisões	Sloan
1926	Desenvolve-se o controle estatístico de processo na Bell Labs	Shewart
1927	Modelo "T" descontinuado, fábrica pára 7 meses, novo mod "A" lançado; Ford perde liderança	Ford
1930	Estudos Hawthorn (Western Electric) chamam a atenção para aspectos motivacionais	Mayo
1934	Primeiro desenvolvimento de um sistema de gestão de estoques	Wilson
1936	Começa o desenvolvimento da pesquisa operacional no meio militar	RAF
1942	Proposta a hierarquia de necessidades	Maslow
1945	Começa o desenvolvimento da pesquisa operacional para uso civil	RAND
1946	Começa o desenvolvimento dos princípios do Just in Time	Ohno
1947	ênfase do JIT em troca rápida de ferramentas	Ohno
1948	Pesquisa operacional começa a entrar nos currículos acadêmicos	MIT
1948	Produção começa a ser puxada no JIT com cartões kanban	Ohno
1948	Células em ferradora são estabelecidas no JIT	Ohno
1948	Instituto Tavistock começa a desenvolver seu modelo de abordagem sócio-técnica	Trist
1948	Programação linear desenvolvida	Dantzig
1950	Começa treinamento intensivo em controle estatístico do processo no Japão	Deming
1954	Começa o desenvolvimento do conceito de custos da qualidade	Juran
1955	Desenvolve-se o conceito de "company-wide quality control", CCQ e diagrama de Ishikawa	Ishikawa
1956	Desenvolve-se o CPM na DuPont para projetos de novas plantas	Kelley Jr.
1956	Desenvolve-se o PERT no projeto do míssil Polaris	Malcolm
1957	Funda-se a American Production and Inventory Control Society	APICS
1958	Algoritmo de Wagner-Within é publicado - lotes dinâmicos	W-Whitin
1958	Desenvolve-se o conceito de System dynamics - bullwhip effect	Forrester
1958	Tecnologia de grupo	Mitrofanov
1959	Fatores motivadores e higiênicos	Herzberg
1960	Automatização de listas de materiais (bill of materials)	IBM
1960	Desenvolve-se a teoria X e Y de seres humanos	McGregor
1961	Primeiras implantações da técnica MRP	Orlicky
1962	Sistema kanban adotado na fábrica toda	Ohno
1963	Funda-se o Council of Logistics Management	CLM
1965	Sistema kanban estendido aos fornecedores externos	Ohno
1969	Dispara-se o movimento de "estratégia de manufatura"	Skinner

1972 Lança-se a "cruzada do MRP"	APICS
1972 Inicia-se o tratamento de gestão de operações de serviço	Levitt
1973 Sistema JIT espalha-se dentro e fora do Japão	
1974 Conceito de foco na manufatura	Skinner
1975 MRPII é desenvolvido	IBM
1978 Matriz produto - processo desenvolvida	Hayes
1978 Primeiro livro sobre Gestão de operações de serviço	Sasser
1978 Conceito de front office e back office	Chase
1978 Começa o desenvolvimento do OPT, posteriormente chamado Teoria das restrições	Goldratt
1979 Começam a se desenvolver mais os sistemas de programação com capacidade finita (APS)	
1980 Conceito de Controle de qualidade total	Feigenbaum
1980 Manufatura celular espalha-se no ocidente	
1980 O ocidente conhece os métodos de Taguchi e a função de perda social da qualidade	Taguchi
1980 Começa o uso no ocidente de benchmarking (Xerox)	Camp
1980 Começam experimentos com abordagem antropocêntrica na Volvo (Kalmar e depois Uddevalla)	Volvo
1984 Primeiro livro sobre Estratégia de manufatura	Hayes
1985 Conceito de Critérios ganhadores de pedidos e qualificadores	Hill
1985 Inicia-se o movimento de "supply chain management"	
1990 Cunha-se o termo "lean manufacturing" ou manufatura enxuta	Womack
1990 Movimento de competição com base em tempos	Stalk
1990 Inicia-se o movimento de agile manufacturing	
1991 Pesquisa sobre desenvolvimento rápido de produtos	Clark
1991 Movimento de efficient consumer response - ECR; VMI - vendor managed inventory	
1994 Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment - CPFR	
1996 Estratégia de manufatura com base em recursos	Pisano
1998 e-business, e-procurement, virtual company	
1999 Populariza-se a técnica de seis sigma (GE) a partir de desenvolvimentos na Motorola	