



Sistemas de produção

Inspiração a partir da
indústria automobilística



Sistemas de produção

- Civil espelha-se em outras áreas da Engenharia
- Eletrônica, aeronáutica, naval, armamentista e automobilística são exemplos de vanguarda no assunto
- Construção é seguidora, mais lenta e atrasada
- Conceituação a partir da automobilística



Produção artesanal

- Até 1913
- Sob encomenda, personalizado, “taylor made” com altos prazos
- Produção de protótipos, pequenas quantidades
- Mão de obra altamente qualificada
- Uma equipe faz o produto completo – team work
- Pouca preocupação com desperdício de recursos



Produção artesanal

- Produção quando disponível, conforme capacidade das equipes
- Relação de cavalheiros, entre fabricantes e fornecedores
- Pessoa = elemento de equipe valorizado
- Alta motivação
- Alto índice de problemas
- Baixa tecnologia
- Grande variação entre componentes



Produção em massa

- 1914 – 1990 nos EUA, auge em 1955
- Precursores Ford e Taylor
- Produtos padronizados – “pret a porter”
- Poucas opções (“qualquer cor, desde que seja preto”)
- Ganho de escala
- Produção em grandes séries para reduzir alocação de mão de obra e desperdício de materiais



Produção em massa

- Mão de obra especializada em uma única atividade
- Cada pessoa faz atividade mínima
- Folgas em pontos críticos para não arriscar perda de continuidade: linha de produção = “vaca sagrada”
- Produção “empurrada” pela capacidade máxima da linha de produção



Produção em massa

- Tecnologia para otimizar grandes séries
- Componentes padronizados
- Pessoa = ferramenta intercambiável
- Desmotivação = alto índice de problemas
- Relação predatória com os fornecedores
- Pouco contato com os clientes consumidores



Produção enxuta

- Toyota início dos anos 60, Japão anos 70, EUA e Europa anos 90, Brasil > 2000
- Produção em séries menores, ritmada
- Mão de obra multifuncional
- Cada pessoa faz diversas atividades e sabe ajudar nas demais
- Não há folga em qualquer etapa
- Produção “puxada” pela demanda



Produção enxuta

- Contato intenso e freqüente com cliente final
- Relação de envolvimento “fair” com fornecedores
- Atenção total com desperdício de qualquer recurso
- Pessoa = elemento de equipe valorizado
- Alta motivação = baixo índice de problemas
- Alta tecnologia
- Componentes padronizados



Comparação

- **Artesanal:** o carro é montado por especialistas para atender o desejo do cliente, conforme as possibilidades
- **Massa:** o carro é montado em linha de produção por operários intercambiáveis, maximizando o uso da capacidade produtiva
⇒ empurrada, robusta
- **Enxuta:** o carro é montado em linha de produção por operários multifuncionais, atendendo em cada etapa nada mais que a demanda. Cada ação é questionada constantemente quanto à agregação de valor
⇒ puxada, sensível

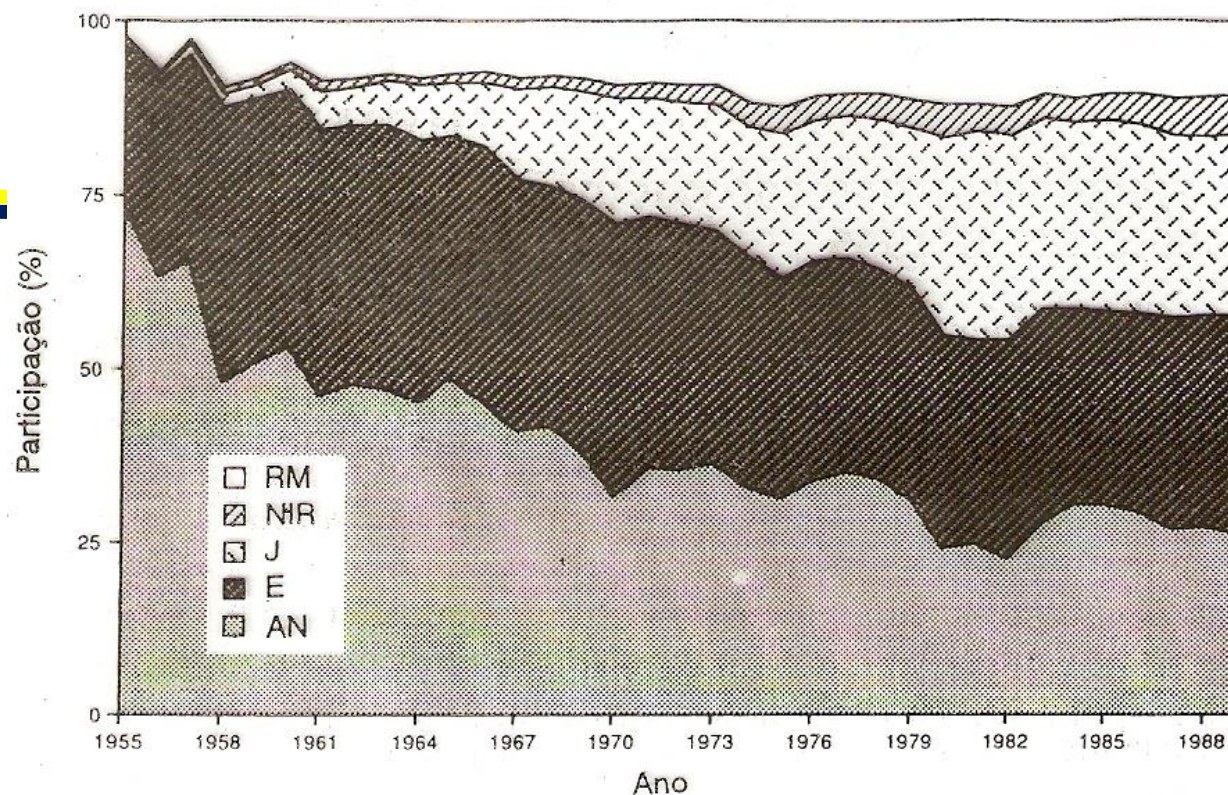


Alguns dados comparativos

- Extraídos do livro "[A Máquina que Mudou o Mundo](#)" (The Machine that Changed the World), de Womack, Jones e Roos, publicado nos EUA em 1990



Figura 2.2 Distribuição da Produção de Veículos Motorizados por Região, 1955-1989



Nota: Esta figura abrange todos os veículos produzidos dentro das três grandes regiões, por todas as companhias nelas operando. Além disso, ela agrupa a produção das nações de industrialização recente e do resto do mundo.

AN = América do Norte: Estados Unidos e Canadá

E = Europa Ocidental, inclusive Escandinávia

J = Japão

NIR = Nações de industrialização recente, principalmente Coréia, Brasil e México.

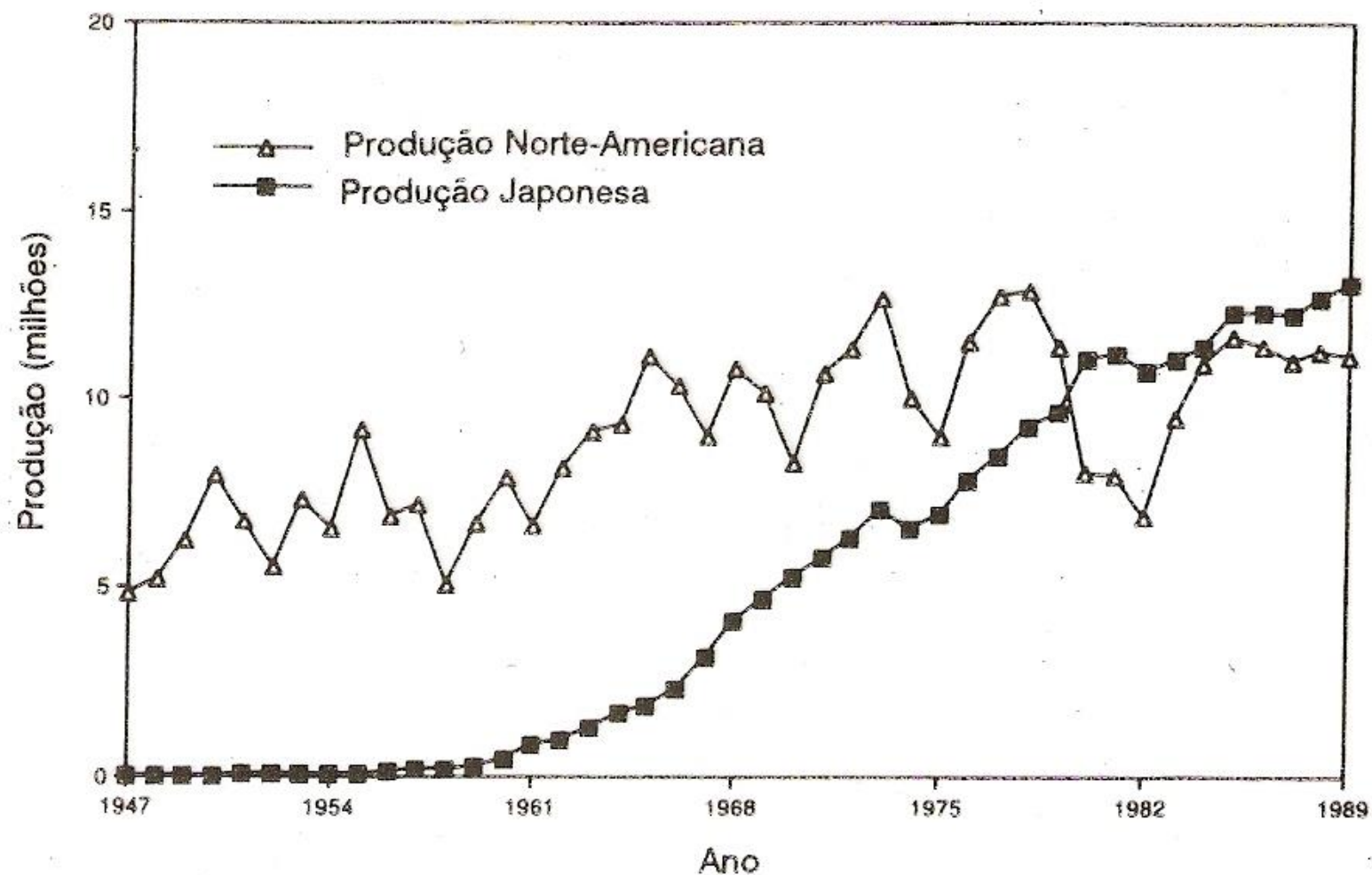
RM = Resto do mundo, inclusive União Soviética, Leste Europeu e China.

Fonte: Calculado pelos autores do *Automotive News Data Book*, 1990, p. 3.

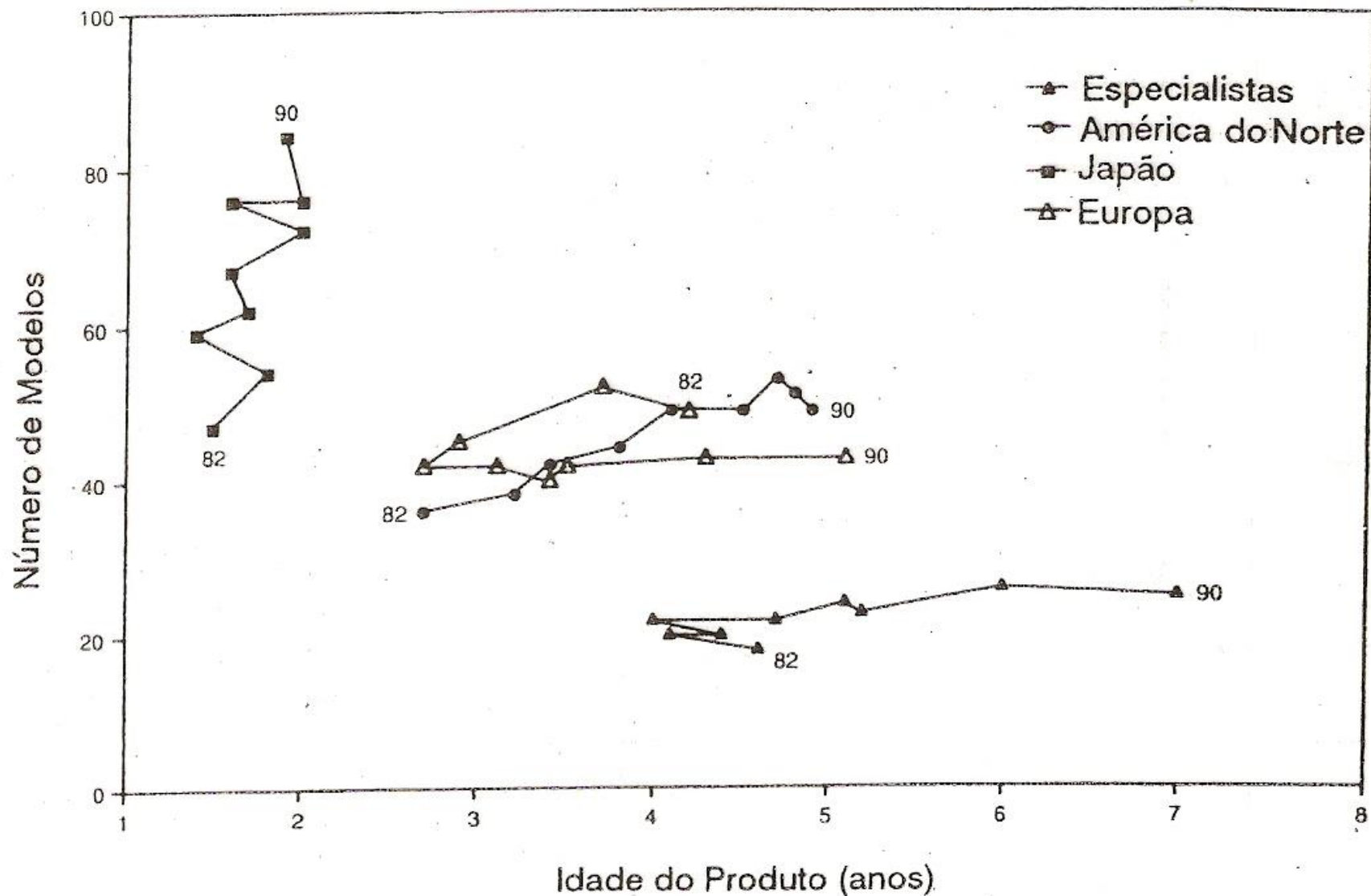
103



Figura 9.3 *Ciclicidade da Produção de Veículos Motorizados, Comparação entre Estados Unidos e Japão, 1946-1989*



Fonte: Automotive News Market Data Book.



Nota: As companhias foram agrupadas em categorias conforme a localização de suas matrizes. Todos os produtos desenvolvidos pelas companhias nas três grandes regiões estão computados na região da matriz. Assim sendo, os carros desenvolvidos pela General Motors e Ford na Europa incluem-se no cômputo dos norte-americanos. Modelos desenvolvidos fora das três grandes regiões, com exceção do Ford Capri australiano, estão excluídos. Portanto, os modelos desenvolvidos pela General Motors, Fiat, Ford e Volkswagen no Brasil, e os modelos desenvolvidos pela Ford e GM Holden's na Austrália não são computados.

O cômputo de modelos inclui todos os automóveis e *mini-vans* de tração dianteira derivados dos carros. Exclui *mini-vans* de tração traseira, veículos utilitários/esportivos e caminhões.

Define-se um "modelo" como um veículo com chapa de metal externa inteiramente diferente de qualquer outro produto oferecido por uma companhia. Assim, o GM-10 é computado como quatro modelos e o Ford Taurus/Sable, como dois. Variantes de duas, três, quatro e cinco portas e versões camionete do mesmo carro são contadas como um modelo.

A média de idade dos produtos foi avaliada com base no volume de vendas, porque um número de produtos de baixíssimo volume europeus e japoneses mantêm-se em produção por períodos muito longos. Produtos de fabricantes artesanais, como o Ferrari e Aston Martin, e modelos em produção por mais de 20 anos, como o Morris Mini e Citroën Deux Cheveux, foram excluídos.

Fonte: Calculado por Antony Sherif de dados sobre produtos em *Automobile Review*, Genebra, 1990 e anos anteriores.

Figura 2.1 *Produção Artesanal versus Produção em Massa na Área de Montagem: 1913 versus 1914*

Minutos para Montar:	Produção Artesanal Tardia Outono 1913	Produção em Massa Primavera 1914	Percentual da Redução do Esforço
Motor	594	226	62
Gerador	20	5	75
Eixo	150	26,5	83
Componentes Principais em um Veículo Completo	750	93	88

Nota: A “produção artesanal tardia” já incluía vários dos elementos da produção em massa, em particular peças consistentemente permutáveis e minuciosa divisão do trabalho. A grande mudança de 1913 para 1914 foi a transição da montagem estacionária para a móvel.

Fonte: Calculado pelos autores a partir de dados fornecidos em David A. Hounshell, *From the American System to Mass Production, 1800-1932*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1984, pp. 248, 254, 255 e 256. Os dados de Hounshell se baseiam nas observações dos jornalistas Horace Arnold e Fay Faurete, narradas em “Ford Methods and the Ford Shops”, *Engineering Magazine*, 1915, Nova York.

Figura 4.1 *A Planta da General Motors em Framingham versus a Planta da Toyota em Takaoka, 1986*

	GM Framingham	Toyota Takaoka
Horas Brutas de Montagem por Carro	40,7	18
Horas Ajustadas de Montagem por Carro	31	16
Defeitos de Montagem por 100 Carros	130	45
Espaço de Montagem por Carro (m ²)	0,75	0,45
Estoques de Peças (média)	2 semanas	2 horas

Nota: Horas brutas de montagem por carro são calculadas dividindo-se número total de horas de trabalho na fábrica pelo número total de carros produzidos.

"Horas ajustadas de montagem por carro" incorporam os ajustes nas atividades padrão e atributos dos produtos descritos no texto.

Defeitos por carro foram estimados com base em J. D. Power Initial Quality Survey de 1987.

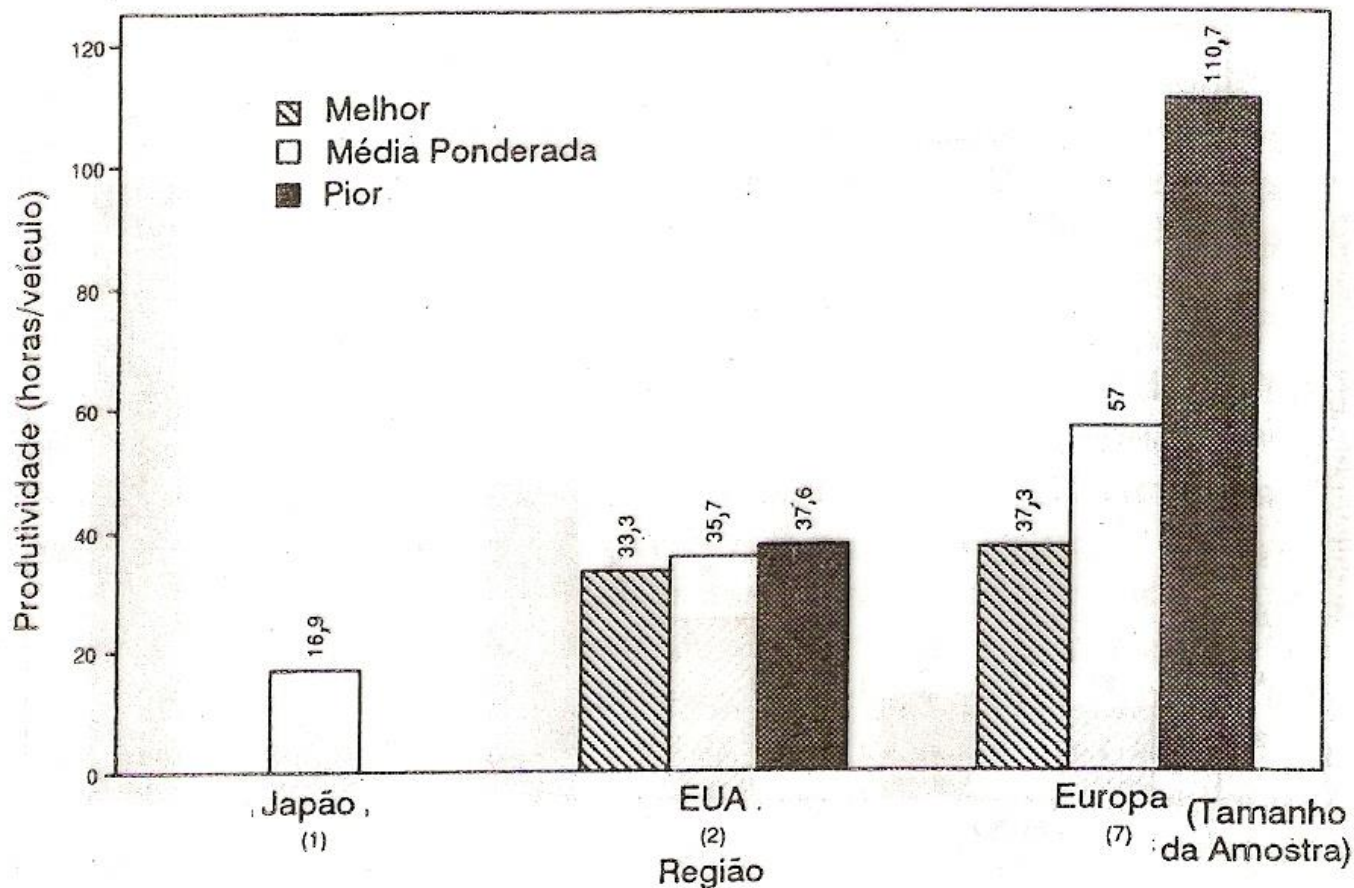
Espaço de montagem por carro está em metros quadrados por veículo por ano, corrigidos para o tamanho do veículo.

Estoques são uma média aproximada para as principais peças.

Fonte: Pesquisa Mundial das Montadoras do IMVP.



Figura 4.5 Produtividade das Montadoras de Carros de Luxo, 1989



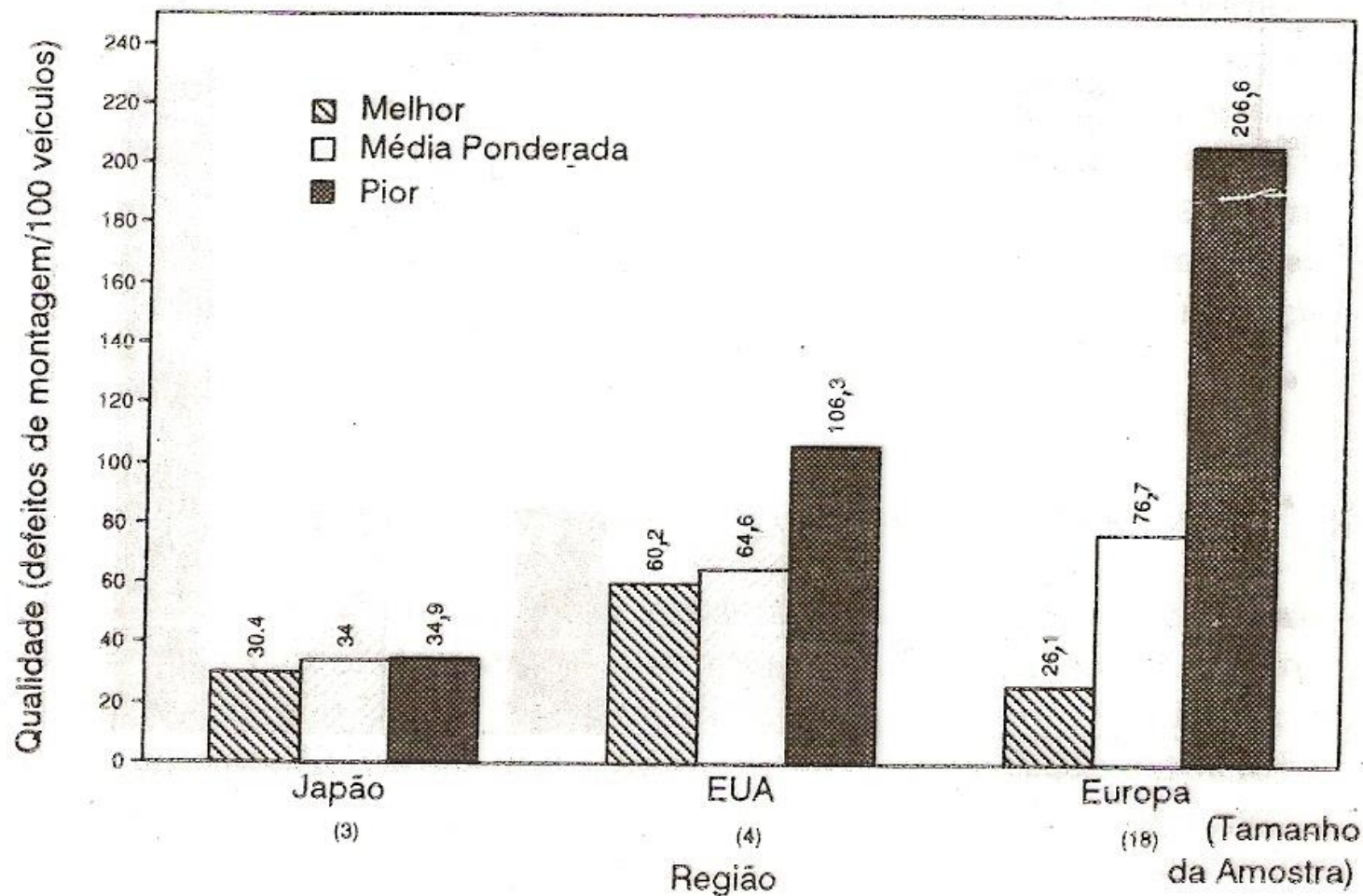
Nota: "Carros de luxo" incluem os fabricados pelos "produtores especializados" da Europa – Daimler-Benz, BMW, Volvo, Saab, Rover, Jaguar, Audi e Alfa Romeo – e pela Cadillac e Lincoln na América do Norte. A categoria de luxo japonesa inclui o Honda Legend, o Toyota Cressida e o Mazda 929, os três mais caros sedans japoneses fabricados para exportação em 1989. Os modelos Lexus, da Toyota, e Infiniti, da Nissan, são recentes demais para terem sido incluídos.

Fonte: Pesquisa Mundial das Montadoras do IMVP.

19-79



Figura 4.6 Qualidade das Montadoras de Carros de Luxo, 1989



Nota: "Carros de luxo" conforme definição na Figura 4.5.

Fonte: Pesquisa Mundial das Montadoras do IMVP, com base em dados fornecidos por J. D. Power and Associates.

80



Enquadramento da produção de estruturas

- **Convencional:** artesanal, com a desvantagem da mão de obra pouco qualificada
- **Racionalizada:** híbrido (estimativas MPS)
 - artesanal (hoje 50%)
 - em massa (hoje 40%)
 - enxuta (hoje 10%)



Tendência e Potencial

- “The power of vision”
- Produção de estruturas no futuro:
 - Na indústria: 100% enxuta
 - No canteiro de obra: 80% enxuta, 20% artesanal
- Potencial é inacreditável. Exemplo: na Munte, que sempre foi racionalizada, com 15% do potencial “lean” implantado (F. Picchi), a produtividade média dobrou
- Crença do “potencial inesgotável”