

As restrições históricas ao fordismo no desenvolvimento desigual e combinado entre manufatura e sistema de máquinas do setor metalomecânico brasileiro (1920-2015)*

The historical restrictions to Fordism in the uneven and combined development between manufacturing and machine system in the Brazilian metal-mechanic sector (1920-2015)

Leandro Theodoro Guedes e Elcemir Paço Cunha**

Resumo: O objetivo do artigo é analisar a correspondência histórico-objetiva entre o fordismo e o setor metalomecânico no Brasil entre 1920 e 2015. Entendendo o fordismo como um método de intensificação do trabalho adequado à base técnica da manufatura, realizou-se uma pesquisa com dados históricos acerca do processo de trabalho no setor, cuja principal conclusão apontou para a ausência de tal correspondência. As evidências sugerem um desenvolvimento desigual entre os processos de usinagem, que chegou mais rapidamente ao sistema de máquinas, e de montagem, que permaneceu como um processo manufatureiro em que o tipo de produto e sua escala foram igualmente restritivos ao método fordista.

Palavras-chave: Manufatura. Sistema de máquinas. Fordismo. Setor metalomecânico. Brasil.

Abstract: The aim of the paper is to analyze the historical-objective correspondence between Fordism and the metal-mechanic sector in Brazil between 1920 and 2015. Understanding Fordism as a method of intensifying labor which is appropriate to a manufacture technical base, a research was carried out with historical data about the labor process in that sector, whose main conclusion pointed to the absence of such correspondence. Evidence suggests an uneven development between

* Submissão: 10/07/2021 | Aprovação: 15/08/2022 | DOI: 10.29182/hehe.v26i1.826

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutoramento para um dos autores do artigo.

** Respectivamente: (1) Professor do Curso de Tecnologia em Logística da Faculdade de Educação tecnológica do Estado do Rio de Janeiro (FAETERJ) e Doutorando em Administração pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) | ORCID: 0000-0001-6529-2188 | Email: ltheodoroguedes@yahoo.com | (2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Pós-doutorando em Economia no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional - CEDEPLAR/UFMG | ORCID: 0000-0002-1978-0110 | Email: paco.cunha@ufff.br



Esta publicação está licenciada sob os termos de
Creative Commons Atribuição-Não Comercial
4.0 Internacional

machining processes, which arrived more quickly in a large industry configuration, and assembly, which remained a manufacturing process in which the type of product and its scale were equally restrictive to the Fordist method.

Keywords: Manufacture. Machine system. Fordism. Metal-mechanic sector. Brazil.

JEL: L23. L61. O33.

Introdução

Objetivamos no presente artigo analisar historicamente a correspondência entre fordismo e o setor metalomecânico no Brasil, especialmente quanto aos processos principais de usinagem e montagem na produção descontínua. Nosso argumento central para a análise é que o modo específico de ampliação da produtividade do trabalho na figura do fordismo corresponde a uma modalidade particular de relacionamento entre base técnica e organização do trabalho, não sendo, portanto, um método universal.

Nessa direção, focaremos em produzir uma análise descritiva sobre o avanço técnico ocorrido no setor metalomecânico. Daremos ênfase às mudanças da base técnica, discutida adiante, como fator explicativo fundamental. Com efeito, não delimitamos aspectos históricos mais gerais que deram contexto para certas modificações, focalizando, portanto, as condições técnicas favoráveis ou não ao desenvolvimento do fordismo como forma de organização do trabalho naquele setor.

A investida no tema requer a suspensão da tendência geral presente na literatura que estabeleceu uma espécie de classificação histórica de períodos no interior dos quais homogeneízam-se as marcantes diferenças setoriais sob os rótulos derivados de formas de organização do trabalho. Assim, a literatura em geral preconiza a existência de um fordismo até os anos de 1970/1980 e um pós-fordismo nos anos subsequentes. Há ainda um projetado cyberfordismo para os anos que correm (Paes de Paula; Paes, 2021). Essa tendência foi muito marcante por meio da pena de autores vinculados à abordagem “regulacionista” (Schmitz; Carvalho, 1989; Schmitz; Carvalho, 1990), que procurou entrelaçar um paradigma industrial, um regime de acumulação e um modo de regulação (Jessop, 2017). Esse procedimento é realizado a partir da generalização conceitual de caracteres de modalidades de organização do trabalho (como o fordismo). Resulta desse expediente não apenas a perda das diferenças setoriais e os seus desiguais desenvolvimentos históricos como também a obstrução da captura das alterações importantes da preponderante base técnica abaixo, por assim dizer, da organização do trabalho.

Para fazer frente às dificuldades identificadas, torna-se necessário outro expediente que seja capaz de delimitar as condições necessárias de correspondência do fordismo.

O primeiro aspecto desse expediente geral, aprofundado adiante, é admitir a delimitação do fordismo “enquanto processo de trabalho organizado a partir de uma linha de montagem”, buscando “o auxílio dos elementos

objetivos do processo (trabalho morto), no caso a esteira, para objetivar o elemento subjetivo (trabalho vivo)” (Moraes Neto, 1988, p. 35). Enquanto a linha de montagem em série pode ser identificada por várias experiências anteriores ao fordismo, seu aproveitamento sobre uma linha de montagem mecanizada constitui sua diferença específica. Trata-se, portanto, *de um método particular de intensificação do trabalho por meio da aceleração do deslocamento da peça/produto em séries complementares de montagem/desmontagem*. Promoveu-se, com esse expediente, grandes níveis de produtividade nas fábricas de automóveis (Gounet, 1999) e alhures (Williams *et al.*, 1987).

O segundo aspecto está em admitir a diferença e a relação entre base técnica e organização do trabalho, analisando o desdobramento histórico dessa unidade em setores específicos de uma economia. A inspeção do desenvolvimento desigual entre as bases técnicas nos setores amplifica a potência explicativa da existência do fordismo em alguns desses setores e não em outros, seguindo o exemplo de pesquisadores sobre o taylorismo no setor têxtil no Brasil e nos Estados Unidos (Paço Cunha; Guedes, 2021). Tal expediente mobiliza categorias decisivas que auxiliam a captura das diferenças: *manufatura, manufatura moderna, sistema de máquinas e sistema de máquinas moderno*. Como veremos adiante em maiores detalhes, cada uma das categorias procura expressar formas particulares da unidade entre base técnica e organização do trabalho que admite os seus mútuos condicionamentos e, principalmente para nossos propósitos e procedimentos metodológicos, iluminam a possibilidade objetiva de modalidades de organização do trabalho inscritas na base técnica como fator preponderante. As várias modificações provocadas pelas reciprocidades na unidade criam as condições para saltos qualitativos que alteram os padrões, permitindo a observação das transformações decisivas sobre setores inteiros (Paço Cunha; Penna; Guedes, 2021).

Para proceder à análise, selecionamos um setor em particular da economia brasileira: o metalomecânico. Esse setor, especialmente a operação de tornos para usinagem de peças, teve um papel importante na história da gestão e das empresas, pois foi um dos territórios do desenvolvimento dos estudos germinais de Taylor para aumentar a produtividade dos reticentes operários vinculada à acréscimos monetários. Trata-se de um setor bastante diverso em suas especializações e permitirá analisar o desdobramento de suas bases técnicas nos estágios de usinagem e de montagem, bem como a coleção de evidências da germinação da organização fordista do trabalho em cada um deles, contribuindo para superar os impasses do debate na literatura sobre

ter ou não havido fordismo no Brasil (Rago, 1985; Silva, 1991; Antonacci, 1993; Schmitz; Carvalho, 1989; *versus* Vargas, 1985; Fleury, 1983; Ribeiro, 1988; Zanetti; Vargas, 2007). De tal forma, os achados apresentados adiante são contributivos para o estudo histórico das empresas no país.

Com efeito, o restante do artigo está dividido em quatro partes. Na primeira parte, tratamos da fundamentação teórico-histórica, com os principais elementos analíticos. Na segunda, apresentamos os aspectos metodológicos que trazem os fundamentos e procedimentos executados na pesquisa. Na terceira parte, apresentamos a análise dos resultados do estudo do setor metalomecânico. E, por fim, apresentamos as considerações finais na última parte.

1. Fundamentação teórico-histórica

O objetivo nessa parte do artigo é especificar as categorias analíticas anunciadas. Como tais categorias não são puramente teóricas e fazem remissão direta a aspectos histórico-concretos, inevitavelmente precisamos considerar elementos para além daqueles de natureza lógica. Para isso, basear-nos-emos em um conjunto de autores cujas pesquisas são cruciais a essa finalidade (Harari, 2015; Kabat, 2005; Marx, 2011; 2013; Moraes Neto, 1988, 2003; Paço Cunha, 2019; Paço Cunha; Penna; Guedes, 2021; Paço Cunha; Guedes, 2021; Williams *et al.*, 1987).

Para todos os efeitos, entendemos base técnica como a “especificidade dos meios empregados” tais como “instrumentos, ferramentas, maquinaria” (Paço Cunha, 2019, p. 89). Incluem-se nessa categoria os meios de deslocamento de peças e produtos, sejam os manuais ou mecanizados, como esteiras. Por seu turno, a organização do trabalho é uma “dada combinação dos diferentes indivíduos na relação com a operação dos meios [...] variando a forma e o grau de divisão do trabalho e especialização” (Paço Cunha, 2019, p. 89). Na unidade entre base técnica e organização trabalho encontra-se, como antecipado, uma relação de reciprocidade mediada pela prática gerencial e pelo conflito laboral com preponderância objetiva da base técnica. Assim, é possível dizer que:

[...] a base técnica forma o plano das condições objetivas de possibilidade para formas da organização do trabalho. O condicionamento de possibilidades se expressa na variação das formas de organização do trabalho sob uma mesma base, sabendo que determinar as possibilidades também é limitá-las. A organização do trabalho apresenta heterogeneidade e autonomia relativas

frente à sua base técnica. [...]. Por um lado, como a base técnica forma objetivamente as possibilidades que são impressas na organização do trabalho, uma modificação incremental e radical na primeira deve ser sentida na segunda, em menor ou maior grau. Sendo radical, torna a segunda sem correspondência, senão impossível. Por outro lado, mudanças na organização do trabalho em graus variados afetam também a base técnica por estrangular as possibilidades inscritas na objetividade da segunda, cujos limites só podem ser superados com ruptura do princípio que fundamenta a própria base técnica. (Paço Cunha; Penna; Guedes, 2021, p. 5-6)

Consideramos importante enfatizar que a base técnica cria *condições de possibilidade* para modalidades de organização do trabalho e não há, portanto, uma relação causal e mecânica. Há entre elas, na verdade, uma heterogeneidade e também uma autonomia relativa, conforme destaca a passagem acima. Como condição de possibilidade geral, habilitadora e limitadora de alternativas, a base técnica é condição necessária, mas não suficiente, cabendo à presença de outros fatores decisivos para a efetivação de tendências, como o campo de decisões dos agentes econômicos envolvidos, o estágio do conflito social (que pode acelerar ou retardar certas modificações), o tipo de produto mais ou menos complexo, a escala necessária da produção etc.

Tendo essa unidade em tela, é possível abordar as categorias analíticas gerais que são expressões particulares dessa unidade, conforme trabalhos sobre o assunto antes mencionados:

- i. *Manufatura*: seu princípio fundamental é a divisão do trabalho, o trabalhador e seus instrumentos. O centro gravitacional da manufatura é o trabalhador operando instrumentos e por isso se diz que o princípio vigente é subjetivo. Sua base técnica, portanto, é rudimentar. Em termos histórico-empíricos, é possível considerar a fabricação artesanal de carros como um exemplar de manufatura. Os principais exemplos fornecidos por Taylor de aplicação da administração científica, por exemplo, possuem essas características manufatureiras e ainda hoje é possível encontrar poros numa economia em que prevalece o método manufatureiro. A inclusão de linha de montagem e aperfeiçoamentos nos instrumentos não são suficientes para alteração radical do padrão precisamente por manterem o mesmo princípio fundamental. Um alto grau de mecanização, inclusive, foi possível historicamente sobre uma base manufatureira, ainda que modificada na forma da manufatura moderna.

- ii. *Manufatura moderna*: mantendo-se a mesma base, trata-se de estágio intermediário de transição entre os leitos da manufatura e da automação por expressar o paroxismo do princípio subjetivo (Moraes Neto, 2003). Esse método sugere o progressivo processo de mecanização (que se diferencia de automação), com a introdução de esteiras mecânicas e outros maquinismos, sem que se estabeleça um sistema de máquinas. O fordismo e o toyotismo são exemplos empiricamente emblemáticos da organização do trabalho sobre uma base técnica progressivamente mecanizada, sendo fatores importantes para a preparação do salto qualitativo entre manufatura moderna e sistema de máquinas em setores particulares, a exemplo do automotivo entre os anos de 1980 e 1990 nas principais economias mundiais. As reciprocidades entre as mudanças na base técnica cada vez mais mecanizada e o aperfeiçoamento da organização do trabalho provocam o paroxismo do princípio da manufatura, cuja alteração só se efetiva historicamente pela instauração de um predominante sistema de máquinas.
- iii. *Sistema de máquinas* (ou grande indústria): instaura-se sobre outro princípio fundamental. Trata-se primariamente da alteração radical dos meios de produção e a decorrente prevalência de um sistema de máquinas ao qual se adapta uma organização do trabalho correspondente. Por isso se diz que o princípio fundamental é objetivo precisamente porque uma organização do trabalho assume uma dada divisão em razão da distribuição das máquinas automáticas e também de suas qualidades. Assim, o trabalho e a divisão do trabalho são secundarizados (mas não descartados) diante do princípio objetivo, tornando-se mais destacadas as tarefas de vigilância e de manutenção do sistema de máquinas desenvolvido. Em tendência, está em tela a produção de máquinas por meio de máquinas, como sugeriu Marx (2013). Com efeito, método como o fordismo não encontraria território para florescimento. Setores como o têxtil se desenvolveram como sistema de máquinas já no século XIX nos Estados Unidos (Paço Cunha; Guedes, 2021). A fabricação de latas, também nesse país, foi totalmente automatizada no início do século XX (Pearson, 2016). As características do setor químico, enquanto processo de fluxo contínuo, expressa bem os caracteres desse método (Moraes Neto, 2003). Esse sistema de máquinas se desenvolveu tardiamente na montagem de automóveis (Paço Cunha; Penna; Guedes, 2021), e não por acaso foi, antes disso, emblemático para a organização fordista e, depois, toyotista do trabalho.
- iv. *Sistema de máquinas moderno* (ou grande indústria moderna): esse método

se fundamenta também no princípio objetivo, desenvolvendo-o com base em um sistema de máquinas avançadas pela microeletrônica e pela robótica. Esse método é integrado por sistemas informatizados que habilitam a aplicação de computação pesada, a exemplo da utilização de robôs, IoT, *big data*, inteligência artificial, manufatura aditiva etc. O sistema de máquinas moderno, ou sistema de máquinas avançado, como método não habilita a completa eliminação de força de trabalho e setores específicos guardam limitações ao emprego de tais tecnologias, a exemplo do automotivo, em que há evidências de diminuição ajustada de robôs em razão das vantagens do emprego de força de trabalho na solução de problemas (Gibbs, 2018; Miller, 2018).

Taylorismo, fordismo e toyotismo são possibilitados por uma mesma base técnica e, portanto, são mais aderentes a ela, a despeito do grau de mecanização. Dado o papel que tiveram e têm não apenas em termos práticos mas também no ideário científico, cabe sublinhar a centralidade do trabalho (vivo) para eles. Assim, o “taylorismo caracteriza-se como uma forma avançada de controle do capital (com o objetivo de elevar a produtividade do trabalho) sobre os processos de trabalho nos quais o capital dependia da habilidade do trabalhador”, operando principalmente através do “controle de todos os tempos e movimentos do trabalhador, ou seja, do controle [...] de todos os passos do trabalho vivo” (Moraes Neto 1988, p. 33-34). De modo mais sintético, vê-se a especificidade do taylorismo como fundamentalmente

[...] um método particular de intensificação do trabalho que opera diretamente sobre a força de trabalho por meio do estudo dos movimentos realizados em um processo de produção, visando a diminuição da massa total de salário e a ampliação da produtividade por operário. (Paço Cunha; Guedes, 2021, p. 4)

Por sua vez, o “fordismo, enquanto processo de trabalho organizado a partir de uma linha de montagem, deve ser entendido como desenvolvimento da proposta taylorista”, considerando o sentido de que se procura o “auxílio dos elementos objetivos do processo (trabalho morto), no caso a esteira, para objetivar o elemento subjetivo (trabalho vivo)” (Moraes Neto, 1988, p. 35). Disso extraímos que sua especificidade não está na linha de montagem em si, mas na intensificação do trabalho por intermédio da mecanização do deslocamento de peças e produtos por muitos estágios de uma produção, como sugerido na introdução do presente trabalho. Por fim, o toyotismo teve origem

no enfrentamento do “brutal aumento da demanda sem aumentar seu pessoal”, explorando a “racionalização do trabalho apoiada no maior rendimento possível do *trabalho vivo*” (Coriat, 1994, p. 55). O desenvolvimento posterior desse método de organização (*kanban, just in time*) reforça o ponto de não estar associado necessariamente à tecnologia produtiva especificamente, mas à tecnologia de organização ao revelar-se como um “modo eficiente [...] de organizar a produção (social)” (Tauile, 1988, p. 71), tendo em vista a produção enxuta. Assim, em sua especificidade comparativa, entende-se toyotismo ou “ohnoísmo como uma forma particular de lastrear a produção em massa no trabalho vivo, o que, por sua vez, adveio do fato de significar uma mudança organizacional, e não tecnológica” (Moraes Neto, 2003, p. 108). Com efeito, pode-se caracterizar o “ohnoísmo como produção em massa flexível igualmente alicerçada no trabalho vivo” (Moraes Neto, 2003, p. 109).

A despeito dos variados graus de mecanização, essas formas de organização do trabalho (taylorismo, fordismo, toyotismo) são possibilitadas por uma base técnica manufatureira que se arqueia pelo princípio subjetivo. Em síntese, lastreiam-se no trabalho vivo.

Como afirmamos, o fordismo em particular, sobre o qual repousa nossas preocupações investigativas, herdou a linha de montagem de experiências variadas do século XIX (Paço Cunha, 2019), introduzindo posteriormente um alto grau de mecanização por meio de esteiras e correias sem que, com isso, alterasse o fundamento sobre o trabalho vivo. Os próprios materiais registrados por Ford (1925) oferecem ao leitor a oportunidade de reconhecer o lugar central do trabalho, emblematicamente enaltecido pelo empresário como “fator humano” e para o qual desenvolveu inúmeras medidas de gestão, incluindo uma casta de cientistas sociais para monitoramento do exército de trabalhadores. A esse respeito, Chandler (1977) chegou a comentar sobre a tendência vinda do século XIX, no interior da qual se incluiu o fordismo, de os agentes econômicos ampliarem a atenção para o fator organizativo da produção. Por outro lado, o sistema de máquinas e o sistema de máquinas moderno não produzem as melhores condições para germinação e generalização de tais formas de organização do trabalho precisamente porque a base técnica é outra, cujo princípio objetivo torna outras formas mais aderentes.

Cabe a questão de saber a respeito do desdobramento da unidade entre base técnica e organização do trabalho em setores particulares, sobretudo nas condições brasileiras. O movimento histórico-concreto dessa unidade no setor metalomecânico auxiliará na identificação das aderências entre o fordismo e as bases técnicas efetivadas no tempo.

2. Aspectos metodológicos

O trabalho está fundamentado no materialismo ontológico, com interesse central na aproximação da verdade objetiva do movimento histórico e transitório da realidade social (Lukács, 2012). A orientação científica básica é reproduzir o movimento real em seus traços essenciais e, por isso, aproxima-se das posições do realismo histórico, diferenciando-se das correntes subjetivas ou relativistas.

Essa posição serve de base para uma economia política das organizações (Guedes; Paço Cunha, 2021) que se ocupa de estudá-las, sobretudo as de natureza econômica, a partir das reciprocidades entre base econômica, superestrutura ideológica e formas de consciência, com preponderância da primeira nessa totalidade articulada. Diferencia-se da tradição da economia das empresas (Barney; Hesterly, 2006) por sustentar um enfoque que procura ultrapassar os aspectos mais epidérmicos, não admitindo as organizações econômicas como fenômenos ontologicamente jurídicos (Lawson, 2019), como na corrente dos custos de transação e as consequências para a historiografia das empresas no exemplo de Chandler (1977), ou analogamente biológicos (Donaldson, 2003), a exemplo do estrutural-funcionalismo, do positivismo e suas variantes. Diferentemente, seus fundamentos se encontram na crítica da economia política, apreendendo as organizações econômicas como formas históricas das relações sociais de produção (Paço Cunha, 2016).

Enquanto formas da relação social de produção especificamente capitalista, as organizações econômicas combinam capital e força de trabalho de modos diferenciados. Tendo em mente os processos econômicos essenciais, uma considerável parte do capital se materializa nos meios de produção (máquinas, ferramentas, instrumentos etc.) que constituem uma base técnica. Por sua vez, a força de trabalho assume qualidades distintas, podendo ser dividida e organizada de modo contingente a muitos fatores, sobretudo à base técnica que constitui sua condição de possibilidade, como discutido anteriormente. Forma-se, assim, uma unidade de reciprocidade em que prepondera a base técnica, não sem o caráter ativo da organização do trabalho.

No presente caso, tratou-se de investigar as principais modificações dessa unidade no setor metalomecânico, capturando as inflexões que alteram os padrões pré-existentes. Para realizar a investigação, procedeu-se a uma análise histórica desse setor no Brasil no período entre 1920 e 2015, considerando as mudanças tecnológicas mais decisivas nos processos de usinagem e montagem. Nesse sentido, a pesquisa realizada pode ser considerada majori-

tariamente de natureza qualitativa, utilizando-se diferentes fontes bibliográficas, documentais e estatísticas. Levando em consideração a problematização, tratou-se de estabelecer, a partir de evidências, a correspondência entre o setor analisado e o fordismo à luz das categorias que expressam os diferentes estágios de base técnica (manufatura, manufatura moderna, sistema de máquinas e sistema de máquinas moderno).

Munidos dessa abordagem geral, a pretensão da pesquisa foi ser explicativa por meio da análise das decisivas modificações técnicas e, a partir delas, amplificar as possibilidades de inferência a respeito da organização fordista do trabalho – tendo em mente que um estudo integral das reciprocidades entre base técnica e organização do trabalho deve ser ambição para futuro desdobramento.

Assim, investigamos, por um lado, materiais bibliográficos e documentais variados que contivessem a descrição dos processos produtivos dos setores em questão ao longo do tempo. As fontes utilizadas estão detalhadas no Quadro 1. O interesse foi capturar como se desenvolvia a organização do trabalho à medida que ocorriam as mudanças tecnológicas, mantendo-se as particularidades concretas do setor em primeiro plano. Em consonância ainda com esse aspecto, procedeu-se a uma investigação acerca das mudanças na composição das ocupações nos setores, procurando demarcar as alterações mais centrais na composição da força de trabalho. Isso é importante por ser capaz de iluminar o grau e a qualidade das mudanças técnicas, pois elas podem influir tanto no número de trabalhadores quanto na qualificação dos postos de trabalho.

Quadro 1 – Detalhamento das fontes utilizadas na pesquisa		
Tipo de fonte	Referência	Descrição
Fontes primárias	Brasil (1928), Brasil (1960), IBGE (1986)	Recenseamento industrial com dados sobre as profissões no setor metalomecânico.
	Cepal (1962)	Relatório elaborado sobre o estágio tecnológico no setor de produção de máquinas no Brasil e também com descrições do processo de trabalho.
	Romi (1988)	Relatório divulgado pela empresa com dados sobre o processo produtivo.
	Brasil (2021a)	Dados de comércio exterior do Brasil ligados à importação de maquinaria para o setor metalomecânico.

(continua)

Quadro 1 – Detalhamento das fontes utilizadas na pesquisa		
Tipo de fonte	Referência	Descrição
Fontes primárias	Brasil (2021b)	Dados da relação anual de informações sociais com dados sobre a força de trabalho no setor metalomecânico.
Fontes secundárias	Braghiriolli (2009), Brandão (2008), Contador (1995), Cruz, Silva e Hugerth (1982), Faria (1992), Fleury (1983), Leite (1992), Lombardi (1997), Marson (2015), Moraes Neto (1983), Pittel (2013), Reis (1964), Schmitz e Carvalho (1989), Silva (1982)	Teses, dissertações e artigos científicos que produziram pesquisas sobre o setor metalomecânico e serviram como material de apoio por apresentarem descrições técnicas dos processos de produção em períodos variados.

Fonte: elaborado pelos autores.

Os dados foram delimitados a partir de 1920 em razão dos registros amplamente reconhecidos para a década seguinte, que marcou uma inflexão nos padrões industriais nacionais. Além das tempestades políticas, tiveram lugar modificações significativas que demarcaram a trajetória futura do país. Além disso, focalizando a partir daqueles anos, aumentam as chances de evidências do fordismo, uma vez que, pelo menos em termos genéricos, delimita-se na literatura histórica as suas marcas nas iniciativas dos industrialistas, políticos e ideólogos da década imediatamente anterior (Vianna, 1978).

A obtenção dos dados se deu por meio de fontes documentais, como revistas, relatórios de empresas, anuários de entidades de classe e outras fontes secundárias como publicações acadêmicas, os censos industriais e a pesquisa industrial anual produzidos pelo Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE) e os dados de ocupação encontrados na base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

3. Desenvolvimento desigual e combinado no setor metalomecânico: usinagem e montagem

O setor metalomecânico pode ser caracterizado em termos gerais como aquele dedicado à modificação de materiais metálicos brutos em produtos e montagem de máquinas, equipamentos e peças, sobretudo bens de capital direcionados à própria indústria e à agricultura. Excluem-se, assim, produtos

como autoveículos ou outros que possam ser entendidos como bens de consumo.

Segundo Silva (1982), há aqueles ramos do setor metalomecânico dedicados à produção contínua de produtos homogêneos e em larga escala, a exemplo da fabricação de parafusos já dominada há décadas por maquinismos autônomos aos quais os operários servem apenas como alimentadores de matéria-prima e carregadores de produtos acabados, além de empacotadores. Há também ramos dedicados à produção descontínua, envolvendo produtos de tamanhos variados (autopeças *versus* grandes tornos), mais heterogêneos e em menor escala, cujo processo histórico é mais rico para a demonstração das mudanças importantes.

Na consideração do setor metalomecânico, daremos atenção, portanto, a esse segundo ramo no qual se destacam dois estágios principais da produção e que apresentaram desenvolvimento desigual: usinagem e montagem. É interessante registrar que o setor automotivo, sobretudo no exemplo das fábricas da Ford, também apresentou uma relação entre os processos de montagem e usinagem em suas décadas iniciais, potencialmente situados em estágios técnicos desiguais. A produção em massa executada pelas linhas mecanizadas de montagem era alimentada por peças intercambiáveis, de fácil encaixe, e produzidas naqueles primeiros anos por uma usinagem semiautomatizada prematuramente (Womack; Jones; Roos, 2004) – pelo menos até a ocorrência do caminho da descentralização percorrido pelos fabricantes no setor. Enquanto nesse setor as condições necessárias e suficientes estavam reunidas para o desenvolvimento do fordismo sobretudo na montagem, o setor metalomecânico com processos descontínuos apresentou um desdobramento divergente. A análise do desenvolvimento desigual entre usinagem e montagem e, depois, sua combinação no setor metalomecânico brasileiro, possibilita uma apreensão apurada dos processos históricos conforme apresentados a seguir.

3.1 Usinagem rumo ao sistema de máquinas

Nas fases mais regredidas desse setor, podemos dizer que se, por um lado, não havia fábricas dependentes da força motriz manual¹ (IBGE, 1986), também não havia sofisticação na maquinaria empregada ou alta integração entre processos de fundição, usinagem e montagem (Marson, 2015). Esse patamar de produção mais precário e experimental seguiu de forma regular

¹ No Censo Industrial de 1907, das 13 indústrias mecânicas existentes, todas contavam com o vapor como força motriz central (IBGE, 1986).

até o final da década de 1930. Nesses casos, geralmente, as fábricas derivavam de oficinas que cresciam e adquiriam condições de iniciar as produções.

Ao mesmo tempo, é possível identificar que outra característica do setor era a concentração da força de trabalho em profissões especializadas, sobretudo as de fundição² e usinagem. Ainda em 1920, cerca de 60% dos trabalhadores no setor se concentravam em operações tais como de serralheiros, caldeireiros, limadores, modeladores, entre outros (Brasil, 1928), bastante específicas e que ainda não eram reproduzidas pelo sistema de máquinas³. Isso mostrava um direcionamento do setor para a manufatura, ao menos nesses processos de usinagem.

Entre as décadas de 1940 e 1950, com a consolidação da manufatura, a indústria metalomecânica passa a produzir consistentemente máquinas-ferramentas. A produção de tornos mecânicos no país passou de 46 unidades, em 1941, para 857 em 1950 (Marson, 2012). Esse processo representou um avanço técnico destacável, uma vez que já se encontravam, nos anos de 1960, máquinas-ferramentas em todas as fases do processo de usinagem, como serras, plainas, fresadoras, máquinas para engrenagens e os próprios tornos (CEPAL, 1962). Isso sugere que a indústria sob análise, ainda nos anos 1960, caminhava para a manufatura moderna. É interessante acompanhar que nas indústrias mais importantes do setor

O equipamento de produção é completo, eficiente e atualizado, como pode ser facilmente verificado pelo alto uso de mandris, fresadoras de vários tipos, rosqueadeiras, alargadores (fresadoras), retificadoras, engrenagens e máquinas especiais. Não faltam os conhecimentos técnicos necessários para o uso correto das máquinas, o que possibilita dominar as dificuldades da usinagem características da construção de máquinas-ferramentas, uma vez que se deseja atingir os padrões estabelecidos. (CEPAL, 1962, p. 90, tradução nossa)

Além desse avanço técnico, particularmente no processo de usinagem, a composição dos trabalhadores no setor também se modificou, uma vez que cerca de 58%, em 1960, eram mecânicos e 9% torneiros (Brasil, 1960), dimi-

² A fundição é um processo de transformação de metais, assim como a usinagem, mas mais restrito a certos tipos de peças, em que o metal é submetido a altas temperaturas e moldado (Marson, 2015). Não será considerada mais detidamente aqui por se tratar de um processo também característico de outros setores como o metalúrgico. Os processos de usinagem envolvem processos de maior precisão de desgaste mecânico (e por isso executado por tornos, prensas e fresas) para a produção de peças mais detalhadas.

³ É preciso registrar que, no período sob consideração, não havia ainda uma rubrica nos levantamentos censitários para as indústrias mecânicas especificamente. Estas estavam imiscuídas na indústria metalúrgica.

nuindo consideravelmente a presença daqueles trabalhadores muito especializados na comparação com os dados da década de 1920 citados anteriormente (Brasil, 1928). Uma ilustração adicional para esse estágio de desenvolvimento pode ser acompanhada na descrição que se debruça sobre um estudo de caso numa fábrica em São Paulo e os aspectos da usinagem de peças:

A produção de eixos de vários diâmetros e de peças de contornos complexos, como é o caso dos cames, foi simplificada com o emprego de fresas e tornos. Paralelamente, algumas máquinas especiais, como os lapidadores, usados no acabamento de válvulas hidráulicas, também tiveram de ser fabricadas. Estas válvulas exigem tolerâncias rigorosas para as folgas entre os pistões e os cilindros o que requer um super acabamento por lapidação ou espelhamento. (Cruz; Silva; Hugerth, 1982, p. 78-79)

Dessa forma, as décadas de 1960 e 1970 foram aquelas a partir das quais pudemos colecionar elementos que indicam o período mais nítido de uma manufatura em transição para uma manufatura moderna no setor brasileiro, em particular no estágio da usinagem. O avanço técnico da usinagem foi um desenvolvimento relevante, mas que ainda mantinha a dependência de trabalhadores operadores de máquinas-ferramentas. Ainda que estas se encontrassem num estágio mais sofisticado, “as peças vão passando de uma ‘ilha’ de máquina para outra em função do tipo de usinagem que requerem e um mesmo conjunto de máquinas executa uma gama bem variada de operações” (Silva, 1982, p. 85). Essas ilhas foram a solução encontrada em termos práticos, levando-se em conta as características da indústria metalomecânica em que os produtos passaram a ser fabricados num processo descontínuo. Claramente, reúnem-se nesse momento as características da manufatura moderna no estágio da usinagem dessa indústria: há uma aplicação mais difundida das máquinas-ferramentas, especialmente no processo de usinagem de peças cada vez mais mecanizado, combinado a uma diversificação da força de trabalho menos ligada às atividades muito qualificadas e dependentes de habilidades artesanais.

Na década de 1980, o estágio da usinagem de peças esboçava modificações mais definitivas na organização do trabalho e na base técnica. Isso pode ser observado pela descrição dos novos processos mais automáticos, que induziam mudanças na própria organização do trabalho:

[...] para a execução de uma operação, o preparador trocava as ferramentas, ajustava-as, posicionava a peça a ser trabalhada, iniciava o ciclo, muitas vezes desenvolvia todo o ciclo produzindo uma peça completa, explicava o procedimento para o operário que

trabalhava na máquina e este prosseguia a execução da tarefa. Geralmente isso implicava apenas o acompanhamento visual do desempenho da máquina, outras vezes implicava operações fáceis. (Fleury, 1983, p. 98)

Chama a atenção o alto grau de automação alcançado, uma vez que a tarefa requeria agora operações fáceis e a supervisão da maquinaria. É possível observarmos na descrição um exemplo de simplificação do trabalho pela incorporação de maquinaria, a qual permitia a um operário sem grande formação executar as operações, cabendo ao preparador realizar os procedimentos mais específicos. Trata-se de um processo de criação de condições para mitigar a dependência das habilidades humanas. Esses elementos caracterizam certas modificações importantes da base técnica que se fazem sentidas na própria modalidade de organização do trabalho e abrem caminho para mudanças mais radicais na própria base técnica. Ainda na década de 1980, a usinagem passou a ser inteiramente automatizada com a introdução mais massiva do comando numérico na produção (CNC). Essa introdução possibilitou mudanças drásticas, na medida em que a máquina

[...] toma para si a função de transformação da matéria, então as decisões para efeito de transformação do tarugo em peça são decisões embutidas na máquina; ao nível da relação homem-produto, fica reservada ao trabalhador apenas a tarefa de alimentar a máquina e retirar a peça. (Moraes Neto, 2003, p. 48)

Na década de 1990, desenhou-se mais claramente no horizonte a chegada dos processos de usinagem ao princípio objetivo, modificando assim o padrão da base técnica. É preciso ressaltar mais uma vez: a operação das máquinas deixa a órbita do operário que manipula instrumentos e é possível identificar a transição iniciada da manufatura moderna nesse estágio de usinagem no setor metalomecânico para o princípio do sistema de máquinas. Por conseguinte, podemos ler ainda, com mais detalhes, que

A célula de usinagem consiste num grupamento de 3 ou 4 máquinas que si o dispostas em forma de U e que possuem geralmente apenas um operador. Como a disposição das máquinas em célula acompanha o fluxo das peças, o grupamento celular permite uma grande agilização do fluxo e uma diminuição do “lead time” da peça (tempo total gasto para a produção da peça) porque, dada a integração entre as máquinas, a peça permanece menos tempo nas prateleiras. [...] Convém ressaltar, ainda, que, embora o grupamento celular possa ser organizado mesmo com máquinas

convencionais, ele é facilitado pela MFCN [Máquinas-ferramenta de controle numérico] porque uma mesma máquina pode fazer mais de uma operação. Trata-se, nesse sentido, de uma nova forma de organização do processo de trabalho que, juntamente com os equipamentos automatizados, permite uma maior integração do sistema produtivo. (Leite, 1992, p. 30)

Nesse sentido, passa-se a compreender como o princípio objetivo se apoderou do processo de usinagem, em particular ao longo da década de 1990, possibilitando uma organização do trabalho correspondente: operários passam a ocupar cada vez mais a própria supervisão do processo de produção. Constituiu-se uma forma de organizar o trabalho denominada em geral como célula em “U”, em razão da disposição das máquinas no formato da letra. Esse tipo de célula é um dos graus máximos de desenvolvimento alcançado pela indústria, ainda assim, a movimentação das peças na transição entre as máquinas fica a cargo do operador, mas suas funções se restringem de fato a supervisionar o trabalho das máquinas (Contador, 1995). Aqui, apresenta-se a automação do processo na usinagem das peças e é possível identificar uma clara transição para o sistema de máquinas, cabendo ainda observar que o transporte das peças, no entanto, seguia manualmente.

A exemplificação mais clara dessa transição passada pelos processos de usinagem no Brasil pode ser encontrada no volume de importação de máquinas que possuíam CNC. Faria (1992) constatou o aumento de mais de 800% do uso dessas máquinas no Brasil ao longo dos anos 1980, e que a maior parte delas era proveniente de fabricantes estrangeiros. De 1992 para 1998, a importação dessas máquinas cresceu mais de 300% em quilogramas e 172% em dólares correntes. Em 2003, a importação de máquinas com CNC superou a importação de máquinas sem CNC. Ademais, há um aumento exponencial nesse mesmo período da importação de centros de usinagem (entre 1992 e 2003 cresceu mais de três vezes, atingindo valor superior a 50 milhões de dólares correntes em 2003) e de máquinas-ferramentas a laser (entre 1992 e 2003, cresceu mais de quatro vezes, atingido um valor aproximado de 30 milhões de dólares correntes). Esses centros correspondem praticamente à automação da usinagem sem qualquer interferência de trabalhador qualificado (Brasil, 2021a).

Essa transição parece ter sido acelerada com o desenvolvimento de tais centros de usinagem cada vez mais sofisticados, caracterizado pela ampliação de eixos (três, quatro, cinco e sete eixos), possibilitando a produção progra-

mada de peças mais complexas e em maior velocidade (Dimitrov; Saxer, 2012). Além disso, a usinagem tem sido mais recentemente foco para desenvolvimento e aplicação de robótica (Denkena; Lepper, 2017) e a manufatura aditiva (Impressão 3D) desenha um cenário de mais modificações na produção de componentes metálicos (Ingarao *et al.*, 2018) de grande complexidade. Esses elementos sinalizam um patamar mais alto de aplicação científica e espelham uma base técnica progressivamente sofisticada. Assim, não é difícil observar que a organização do trabalho e a sua intensificação estão condicionadas pelo avanço da base técnica à qual se ajustam, dispensando um método fordista. Trata-se de uma base técnica inclusive desenvolvida correspondentemente às características de uma produção heterogênea e em menor escala, tornando-se um terreno pouco fértil para um método de mecanização do transporte de peças em uma produção intensa em força de trabalho com alto quantitativo de *outputs*.

3.2 Montagem como manufatura moderna

Por seu turno, a evolução da montagem de tornos não teve uma trajetória similar. No início, em uma das grandes fábricas posteriormente à década de 1930, é possível ver como se apresentava com características tipicamente manufatureiras, isto é, com a dependência dos trabalhadores para movimentar os produtos a serem montados. Lemos, por exemplo, que os “tornos eram levantados no barracão de montagem, na General Osório. Uma carreta empurrada por quatro ou cinco homens os conduzia depois à pintura, acabamento e expedição” (Brandão, 2008, p. 66). Ainda que isso possa aludir a certo semblante fordista, é preciso ressaltar que está ausente a mecanização da linha e que se trata da produção de bem de capital com menor escala em contraste com a produção em massa.

Posteriormente à década de 1930 e durante um longo período, o processo de montagem foi pouco modificado e não obteve condições de alcançar um desenvolvimento semelhante aos processos de usinagem por questões eminentemente objetivas, como sugerem as evidências até a década de 1960. Ainda que se possa observar algum desenvolvimento com a aplicação de métodos mais avançados na própria elaboração das peças, na montagem dos equipamentos e no controle de qualidade, tais como “dispositivos de montagem, ferramentas especiais, metrologia e instrumentos de controle, tanto nos estágios intermediários de uso quanto na montagem final” (CEPAL, 1962, p. 90, tradução nossa), a montagem na indústria metalomecânica que se ocu-

pava da produção de máquinas mais complexas, como grandes tornos, exigia as chamadas montagens concentradas. Nesse tipo de montagem, um grupo de trabalhadores “realiza todas as operações de montagem e as ajustagens necessárias, começando por reunir, em subconjuntos, as partes mais elementares e esses em conjuntos maiores, até chegar ao produto final acabado que será entregue à inspeção” (Reis, 1964, p. 74).

As evidências posteriores, já da década de 1980, reforçam a observação de que a montagem concentrada ocorria sem que existisse uma linha mecanizada a espelho do fordismo. Esse processo estacionário vigorou pela adequação ao tipo de produto. Grandes máquinas-ferramentas demandavam e ainda demandam esse processo pelo peso e tamanho dos componentes e produtos acabados, havendo, por isso, sistemas de correntes elevadas para movimentação. Outras máquinas-ferramentas mais simples, como alguns tipos de tornos, embora dispostas em linha, são montadas também de forma concentrada, mas por um grupo menor de trabalhadores num processo manual (Romi, 1988).⁴ Além disso, como já sugerido, o fato de não haver uma produção em massa, fez com que a linha fordista não fosse tão necessária. Portanto, as características intrínsecas do estágio de montagem eram por si mesmas limitadoras para esse método de intensificação do trabalho com auxílio de esteiras mecanizadas. Ainda que com alguma sofisticação do processo, as limitações objetivas exigiam ainda um processo dependente das habilidades dos operários, mantendo o processo de montagem como uma manufatura. Assim, vemos que embora o princípio manufatureiro seja uma condição necessária e habilitadora de métodos do tipo fordista, sua efetivação depende da presença de outros fatores como, no caso, tipo do produto e sua escala de produção.

Entretanto, o processo de montagem testemunhou alterações importantes na medida em que as pesquisas do final da década de 1990 já apontavam para uma participação mais significativa de alimentadores automáticos de linha de produção, para determinados tipos de peças, e significativa redução dos chamados tempos mortos (Lombardi, 1997). Isso denotava uma superação da dependência de habilidades manuais, predominante desde os anos 1960, e uma evolução para o processo de montagem diferenciada, com a divisão dos processos de montagem e distribuição entre diferentes trabalhadores. Se comparado com o setor automobilístico, contudo, o setor metalo-

⁴ Em 1985, o número de ajustadores mecânicos era destacável no setor, sendo inferior apenas aos trabalhadores ligados à usinagem (Brasil, 2021b).

mecânico demorou ao menos uma década para mobilizar as modificações na base técnica dos processos de montagem. Naquele setor, já havia, por exemplo, a utilização da robótica em processo como a soldagem desde os anos 1980 (Schmitz; Carvalho, 1989, p. 101).

Levando-se em consideração os efeitos da supracitada alteração na base técnica dos processos de montagem, verificada no final dos anos 1990, a grande mudança na composição das ocupações ocorreu entre 2005 e 2015. Em 2005, a maioria das ocupações ainda estava a cargo de trabalhadores da usinagem de metais, inclusive como uma consequência da importância desse processo no setor. Somente em 2015 eles foram superados por trabalhadores ligados à montagem (10%), passando os trabalhadores de usinagem (processo dominado pelo sistema de máquinas a essa altura) a 8%. Outras mudanças relevantes espelham o aumento de trabalhadores ligados à administração, que passaram de 7% a 8% e de alimentadores de linha de montagem, que passaram de 5% a 6% (Brasil, 2021b). Quer dizer, fica sugerido que ainda há no setor certa dependência com relação a trabalhadores qualificados para conduzir o processo de montagem das máquinas até o final.

3.3 Combinação entre manufatura e sistema de máquinas

O setor metalomecânico se apresenta com um alto grau de diversificação, especializado em muitos e diferentes ramos. Em alguns ramos desse setor, a exemplo da fabricação de peças para máquinas, é possível identificar uma importante alteração da organização do trabalho a partir de um certo hibridismo entre manufatura e sistema de máquinas por efeito das modificações técnicas acumuladas ao longo do século.

Tratou-se de um marco que concatenou, entre os anos de 1990 e 2000, a usinagem dominada pelo sistema de máquinas e a montagem mais fragmentada e ainda manual, por meio da adoção das células de produção em contraste com linhas mecanizadas de tipo fordista. As células de produção são utilizadas de formas variadas em processos de usinagem, com a predominância de máquinas, com a predominância de trabalhadores e por processo, como também em processos de montagem com as células posicionais (Contador, 1995).

No contexto desse período, alguns elementos do chamado Sistema Toyota passaram a ser frequentemente aludidos, especialmente aqueles ligados à redução dos estoques, desperdícios e deslocamentos, tendo em mira a produção enxuta. Como indicado antes em nossa discussão teórica, todas essas vantagens não são exatamente um resultado da aplicação do sistema de má-

quinas, configurando-se mais como uma inovação de organização do trabalho da manufatura moderna. Se antes desse período as evidências de fordismo no setor são muito precárias, uma germinação posterior ficaria ainda mais limitada pela presença de outras filosofias industriais.

Os elementos do toyotismo podem ser observados nesses ramos nos quais as células de produção se instauraram não em razão do avanço técnico alcançado pela usinagem, mas em razão das limitações impostas pela montagem. Há aspectos que permitem a observação de que as células possibilitam a coexistência entre os processos dependentes das habilidades manuais dos trabalhadores e aqueles processos automatizados realizados por máquinas, potencializando a produtividade daquela base técnica desigual. É interessante notar que o método de intensificação do trabalho aqui pode ser obtido por essa combinação na célula entre as operações de supervisão das máquinas e a montagem do produto e não por um método do tipo fordista de aceleração que subsistisse. Isso se reforça pela descrição a seguir, em que “E” indica a operação automática e “P” a posição na célula. Vemos que:

Após a montagem, o operador coloca a peça recém montada no equipamento E1, acionando-o para a realização da operação automática. Ele realiza a montagem dos componentes em pé [...]. A peça retirada do suporte é colocada em E4. Este equipamento, E4, deve ter sido preparado pelo operador 2, fixando neste o componente vindo de E3, para que o operador 1 possa colocar o componente principal no equipamento. Em seguida o operador 1 aciona E4 para iniciar o ciclo automático e retorna para P2. Em P2, o operador pega o eixo pronto do E1 e coloca em E2. (Braghirolli, 2009, p. 62)

Essa descrição sugere que os processos de montagem se mantêm dependentes do trabalho vivo. Os materiais que se ocupam especificamente de problemas relacionados à montagem mostram como as atividades nas células estão dependentes das habilidades dos operadores, sobretudo no encaixe dos componentes (Pittel, 2013). A mesma descrição anterior sugere o alto grau de automatização da usinagem. As células aproximam esses dois estágios, reduzindo hiatos e simplificando as operações de montagem, fazendo com que não haja “tempos mortos”. Enquanto a máquina realiza suas operações, os operadores realizam as deles. As células são, assim, a expressão mais clara da organização do trabalho, que intensifica o trabalho em um setor em que predomina o estágio técnico desigual entre manufatura e sistema de máquinas, unificados nesse modelo de células.

3.4 Síntese analítica dos resultados

A indicação geral é uma coleção de evidências que sugere que o estágio de montagem da indústria metalomecânica brasileira ainda repousa sobre o princípio da manufatura moderna. Contrariamente, o estágio de usinagem de peças foi mais intensamente modificado ao longo de todo o período, revelando diversos elementos de sistema de máquinas. Para alguns setores, é possível a combinação desses estágios em uma célula, possibilitando saltos de produtividade à revelia de um método fordista. O Quadro 1 apresenta um resumo das principais modificações e auxilia na observação mais geral.

Quadro 2 – Resumo das principais modificações no setor metalomecânico		
Período de predominância	Usinagem	Montagem
1920-1960	Pouco sofisticada e ainda concentrada em oficinas que produziam algumas máquinas em quantidade reduzida. Trabalhadores especializados em funções específicas com alta qualificação para manuseio dos equipamentos. Estágio manufatureiro.	Artesanal e, embora já dividida em seções, dependia dos próprios trabalhadores para movimentar as máquinas em processo de montagem. Estágio manufatureiro.
1960-1980	Aumento na variedade das máquinas-ferramentas dedicadas à usinagem (tornos, fresas, prensas etc.) para produzir tipos diversos de peças. Redução da variação da qualificação dos operadores. Consolidação da manufatura moderna.	Concentrada na montagem estacionária, na qual a máquina recebia as peças que eram ajustadas por um grupo de trabalhadores. Estágio manufatureiro.
1980-2000	Passa a ser dominado pelas máquinas de comando numérico, que realizam as operações sem a necessidade do operário. Aperfeiçoamento dos centros de usinagem automatizados com vários eixos. Inserção das células de produção nucleadas nas máquinas. Consolidação do princípio objetivo em direção ao sistema de máquinas.	Processo desenvolvido com montagem em linha não mecanizada (para alguns produtos mais leves, mas não para máquinas-ferramenta pesadas, por exemplo). Inserção de sistemas de movimentação elevada de peças e componentes pesados, mas ainda vigente o trabalho manual. Estágio manufatureiro.

(continua)

Quadro 2 – Resumo das principais modificações no setor metalomecânico		
Período de predominância	Usinagem	Montagem
2000–2015	Combinação entre usinagem e montagem em alguns processos descontínuos. Utilização das células de produção que combinam as máquinas automáticas de usinagem com as operações manuais dos trabalhadores para a montagem das peças e máquinas. Presença de sistema de movimentação elevada de peças e componentes. Hibridismo de manufatura e sistema de máquinas no mesmo setor.	

Fonte: elaborado pelos autores com base em Braghiriolli (2009), Brandão (2008), Brasil (1928), Brasil (1960), IBGE (1986), Brasil (2021a), Brasil (2021b), CEPAL (1962), Contador (1995), Cruz, Silva e Hugerth (1982), Faria (1992), Fleury (1983), Leite (1992), Lombardi (1997), Marson (2015), Moraes Neto (1983), Pittel (2013), Reis (1964), Romi (1988), Schmitz e Carvalho (1989) e Silva (1982).

O quadro resumido do setor metalomecânico aponta para um desenvolvimento desigual entre os estágios de usinagem e montagem. Enquanto os avanços técnicos permitiram ao estágio de usinagem assumir cada vez mais aproximadamente o caráter de sistema de máquinas em razão da inflexão do princípio que a fundamentava, o estágio de montagem apresentou condições mais limitadas, permanecendo no âmbito, até agora, do princípio manufatureiro.

Dadas as características observadas, uma organização fordista do trabalho, cuja diferença específica está na intensificação do trabalho com base na mecanização da linha, teria melhores condições de germinar no estágio de montagem. Entretanto, as evidências sugerem que não houve tal modalidade de organização do trabalho. Suas características decorrentes do tipo de produto, que exigia um modo de montagem mais estacionário, e menor escala produtiva, parecem ser fator limitador. Por sua vez, a usinagem, nos estágios manufatureiros, como no exemplo dos torneiros mecânicos qualificados que operavam as máquinas-ferramentas, estaria mais acessível a certos aspectos do taylorismo e não de aplicação de esteiras mecânicas para intensificação do

trabalho. Para esse fim, concorreram os avanços técnicos na via da automação (centros automáticos de usinagem, por exemplo) e que possibilitaram altos ganhos de produtividade e precisão, promovendo saltos qualitativos para o sistema de máquinas que inviabilizou de toda forma o método fordista de intensificação do trabalho.

Em alguns ramos foi possível combinar os estágios desiguais de usinagem e montagem no modelo de célula de produção, como vimos, habilitando a coexistência entre sistema de máquinas e manufatura em um mesmo processo produtivo. Nos pontos desse processo em que a automação ainda não foi possível, persiste o trabalhador e suas ferramentas. A combinação atende ao imperativo econômico de redução dos custos da produção em que o tempo de trabalho não é utilizado produtivamente. Assim, a intensificação do trabalho se dá à medida que o montador dos produtos também é o acionador e supervisor das máquinas automáticas de usinagem. Aqui, como antes, as condições para a difusão do método fordista são precárias.

No conjunto, temos a sugestão de que não apenas um setor, como o metalomecânico, não pode ser subordinado a um conceito amplo como “fordismo”, mas que também o desenvolvimento desigual de seus estágios alerta para as dificuldades potenciais de enquadramento de um setor inteiro sob uma e mesma rubrica conceitual que faz abstração inadequada de suas particularidades histórico-concretas. No presente caso, as tendências apontadas para o sistema de máquinas coexistem com o princípio manufatureiro em um mesmo setor, e isso fica interessantemente materializado na célula a partir da combinação de usinagem e montagem na qual os princípios objetivo (moderno) e subjetivo (arcaico) coexistem. Divergentemente ao fordismo, a intensificação do trabalho é obtida por essa combinação dos princípios e não necessariamente pela mecanização de uma linha de montagem.

Igualmente importante é o registro final de que enquanto as condições necessárias para o fordismo não estiveram inteiramente presentes para o estágio da usinagem e desapareceram inteiramente com a sua inflexão para o sistema de máquinas, a montagem manteve presente tais condições necessárias, mas não reuniu todas as condições suficientes em razão, como sublinhamos, da natureza dos produtos analisados nos ramos descontínuos e de sua escala de produção executada. Em suma, é a abordagem histórico-concreta, na qual os traçados setoriais são respeitados e as alterações técnicas e organizacionais factuais são iluminadas, a condição corretiva aos extravios do intelecto cientificamente interessado.

4. Considerações finais

A pesquisa objetivou analisar a correspondência entre o fordismo, como método de intensificação do trabalho historicamente determinado, e os processos de usinagem e montagem no setor metalomecânico brasileiro, especialmente no ramo de produção de máquinas. Partiu-se de uma delimitação específica do fordismo, não como um método aplicado generalizadamente, mas correspondente a um tipo de base técnica específica, a manufatura. Ademais, tratou-se de um método forjado por sua capacidade de viabilização de produzir, em massa, produtos de complexidade variada.

Essas características se mostraram fundamentais para explicar a não identificação do fordismo nos processos em análise no setor em tela. Não se discute a importância histórica do fordismo para levar várias indústrias ao máximo de produtividade, como a literatura dedicada registrou. O que está em discussão, de fato, é a impossibilidade histórico-concreta de generalização do fordismo. E o setor investigado ajuda a sublinhar as complexidades envolvidas, uma vez que o longo tempo de permanência dos processos de montagem do setor metalomecânico brasileiro na manufatura poderia ser uma abertura ao fordismo. Contudo, tratou-se de um setor ocupado com peças e equipamentos complexos (como grandes máquinas) que não apresentavam necessidades de produção em grande escala. O estágio de usinagem, seja operado por trabalhadores qualificados ou, depois, seja já vertido em sistema de máquinas, não se mostrou também propício para o método de intensificação do trabalho em tela. O próprio desenvolvimento desigual entre estágios de usinagem e montagem em uma mesma produção é sinal de alerta para as tendências conceituais que abstraem os traços reais. E a combinação realizada entre os estágios nas chamadas células de produção, como vimos, foi um método enfim encontrado para ampliar a produtividade.

No conjunto, observamos que o fordismo não encontrou as condições objetivas necessárias e suficientes para germinar no setor analisado. E a investigação impõe a necessidade de continuidade, principalmente na direção de proceder comparativo entre setores que desenvolveram o método fordista e aqueles que não o fizeram. Temos em mente a possibilidade comparativa entre, por exemplo, a produção de eletroeletrônicos que, por suas características e sugestões da literatura, apresentaram método fordista (Williams *et al.*, 1987), e a indústria química, que é considerada sistema de máquinas desde longa data e refratária a esse tipo de método (Moraes Neto, 2003). O mesmo pode ser sugerido para a análise comparativa do setor metalomecânico entre

países com graus variados de desenvolvimento e, portanto, em estágios diversos do processo de acumulação do capital.

Para além do aprofundamento histórico-concreto, essa linha investigativa tem o potencial de suspender as formas classificatórias predominantes de amplos períodos históricos (fordismo, pós-fordismo). Coloca também em evidência a necessidade de apuração do conhecimento científico sobre o estágio atual em muitos setores comparativamente, desde aqueles arcaicos em sua essência, porém organizados por meio de sistemas informacionais (*Uber* e similares por meio de plataformas) até os mais avançados, em que se desdobra a produção de máquinas por meio de máquinas. Nossa hipótese é que a organização manufatureira do trabalho pode ser realizada por meio de sistemas informatizados, mantendo a base técnica regredida (como no caso emblemático dos entregadores de alimentos e motoristas), enquanto os principais anúncios hodiernos de revolucionamento técnico sinalizam o desdobramento de setores rumo ao *sistema de máquinas moderno*. A totalidade do modo de produção capitalista só é apreendida pela consideração da coexistência entre setores arcaicos e avançados, além de suas reciprocidades.

Referências

ANTONACCI, M. A. M. *A vitória da razão (?)*: o Idort e a sociedade paulista. São Paulo: Marco Zero, 1993.

BARNEY, J. B; HESTERLY, W. Organizational economics: understanding the relationship between organizations and economic analysis. In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. (Org.). *The SAGE handbook of organization studies*. London: SAGE, p. 115-147, 2006.

BRAGHIROLI, L. F. *Estudo da linearidade da produção em células de manufatura através de simulação a eventos discretos*. Porto Alegre: UFRGS, 2009 (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da UFRGS).

BRANDÃO, I. de L. *Oficina de sonhos*: Américo Emílio Romi, aventuras de um pioneiro. São Paulo: Editora DBA, 2008.

BRASIL. *Censo Industrial de 1960*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1960. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/100/ci_1960_v3_br.pdf>. Acesso em 1º julho 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, da Indústria e do Comércio. Diretoria Geral de Estatística. *Recenseamento do Brazil*: realizado em 1º de setembro de 1920. Volume V –Salários. Rio de Janeiro, 1928. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6480.pdf>>. Acesso em 2 julho 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. *Estatísticas do comércio exterior em dados*. Brasília, DF, 2021a. Disponível em: <<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/base-de-dados-bruta>>. Acesso em 18 junho 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Relação anual de informações sociais*. Brasília, DF, 2021b. Disponível em <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>>. Acesso em 27 junho 2021.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). *La fabricación de maquinarias y equipos industriales em América Latina: las maquinas-herramientas en el Brasil*. Nova York: Consejo Económico y Social, 1962.

CHANDLER, A. *The visible hand: the managerial revolution in American business*. Cambridge: Harvard University Press, 1977.

CONTADOR, J. C. Células de manufatura. *Production*. v. 5, n. 1, p. 45-64, 1995.

CORIAT, B. C. C. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

CRUZ, H. N. da; SILVA, M. E. da; HUGERTH, L. A. G. *Observações sobre a mudança tecnológica no setor de máquinas ferramentas no Brasil*. Monografia de trabalho, n. 46. Buenos Aires: Programa de Investigações sobre Desenvolvimento Científico e Tecnológico na América Latina; CEPAL, 1982.

DENKENA, B.; BERGMANN, B.; LEPPER, T. Design and optimization of a machining robot. *Procedia Manufacturing*. v. 14, p. 89-96, 2017.

DIMITROV, D.; SAXER, M. Productivity improvement in tooling manufacture through high speed 5 axis machining. *Procedia CIRP*. v. 1, p. 277-282, 2012.

DONALDSON, L. Organization theory as a positive science. In: TSOUKAS, H.; KNUDSEN, C. (Org.). *The Oxford handbook of organization theory: meta-theoretical perspectives*. Oxford: The Oxford University Press, p. 39-62, 2003.

FARIA, J. H. de. *Tecnologia e processo de trabalho*. Curitiba: Editora UFPR, 1992.

FORD, H. *Minha vida e obra*. São Paulo: Companhia Gráfico-editora Monteiro Lobato, 1925.

FLEURY, A. C. Rotinização do trabalho: o caso das indústrias mecânicas. In: FLEURY, A. C.; VARGAS, N. (Org.). *Organização do trabalho*. São Paulo: Atlas, 1983.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (1909). O Brasil, suas riquezas naturais, suas indústrias, v. 3. Edição fac-similar. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Séries Estatísticas Retrospectivas*, v. 2, tomo 3. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv17983_v2_t3.pdf>. Acesso em 1º julho 2021.

GIBBS, S. Elon Musk drafts in humans after robots slow down Tesla Model 3 production. *The Guardian*, 16 de abril de 2018. Disponível em <<https://www.theguardian.com/technology/2018/apr/16/elon-musk-humans-robots-slow-down-tesla-model-3-production>>. Acesso em 10 junho de 2021.

GOUNET, T. *Fordismo e toyotismo na civilização do automóvel*. São Paulo: Boitempo, 1999.

GUEDES, L. T.; PAÇO CUNHA, E. Financiamento do capital fixo (1970-2012): dissolvendo o paradoxo aparente entre financeirização e autofinanciamento em contexto de queda da taxa de lucro. *Revista Brasileira de Estudos Organizacionais*. v. 8, n. 1, p. 16-54, 2021.

HARARI, I. *A media máquina: procesos de trabajo, lucha de clases y competitividad en la industria automotriz argentina (1952-1976)*. Buenos Aires: Ryr, 2015.

INGARAO, G.; PRIARONE, P. C.; DENG, Y.; PARASKEVAS, D. Environmental modelling of aluminium based components manufacturing routes: additive manufacturing versus machining versus forming. *Journal of Cleaner Production*. v. 176, p. 261-275, 2018.

JESSOP, B. Regulation theory. In: RITZER, G. (Org.). *The Blackwell encyclopedia of sociology*. Malden: Blackwell Pub, p. 1-4, 2007.

KABAT, M. *Del taller a la fábrica: proceso de trabajo, industria y clase obrera en la rama del calzado, Buenos Aires 1870-1940*. Buenos Aires: Ryr, 2005

LAWSON, T. *The nature of social reality*. London: Routledge, 2019.

LEITE, M. de P. O trabalhador e a máquinas na indústria metal-mecânica. *Revista de Ciências Humanas*. São Paulo, v. 8, n. 12, 1992.

LOMBARDI, M. R. Reestruturação produtiva e condições de trabalho: percepções dos trabalhadores. *Educação & Sociedade*. v. 18, n. 61, p. 64-87, 1997.

LUKÁCS, G. *Para uma ontologia do ser social*, v. 2. São Paulo: Boitempo Editorial, 2012.

MARSON, M. D. A industrialização brasileira antes de 1930: uma contribuição sobre a evolução da indústria de máquinas e equipamentos no estado de São Paulo, 1900-1920. *Estudos Econômicos*. São Paulo, v. 45, n. 4, p. 753-785, 2015.

MARSON, M. D. Origens dos empresários da indústria de máquinas e equipamentos em São Paulo, 1870-1900. *Nova economia*. Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 481-511, 2012.

MARX, K. *O capital: crítica da economia política; livro primeiro – o processo de produção do capital*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013.

MARX, K. *Grundrisse: manuscritos econômicos de 1857-1858; esboços da crítica da economia política*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2011.

MILLER, P. Industrial robots vs. humans in manufacturing at Tesla (and elsewhere). *ARC Advisory Group*, 2018. Disponível em <<https://www.arcweb.com/blog/industrial-robots-vs-humans-manufacturing-tesla-elsewhere>>. Acesso em 10 junho 2021.

MORAES NETO, B. *Marx, Taylor, Ford: as forças produtivas em discussão*. São Paulo: Brasiliense, 1988.

MORAES NETO, B. *Século XX e trabalho industrial*. São Paulo: Xamã, 2003.

PAÇO CUNHA, E. Contraditoriedade da Relação Social de Produção Especificamente Capitalista em Marx. *Revista Brasileira de Estudos Organizacionais*, 3(1), 42-62, 2016.

PAÇO CUNHA, E. Base técnica e organização do trabalho na manufatura e grande indústria: inflexão, desenvolvimento desigual e reciprocidades. *Vêrinotio – Revista on-line de Filosofia e Ciências Humanas*. Rio das Ostras, v. 25, n. 1, p. 88-128, 2019.

PAÇO CUNHA, E.; GUEDES L.T. A incongruência do taylorismo à indústria têxtil como sistema de máquinas no Brasil e nos Estados Unidos. *READ – Revista Eletrônica de Administração*. v. 27, n. 3, p. 663-692, 2021.

PAÇO CUNHA, E.; PENNA, L. N. P.; GUEDES, L. T. Da manufatura moderna à grande indústria: delimitação empírica da mudança técnica no setor de autoveículos no Brasil (1996-2017). *Cadernos EBAPE.BR*. v. 19, n. 3, p. 481-495, 2021.

PAES DE PAULA, A. P.; PAULA, K. D. Fordismo, Pós-Fordismo e Cyberfordismo: os (des)caminhos da Indústria 4.0. *Cadernos EBAPE.BR*. v. 19, n. 4, 2021.

PEARSON, G. S. *The democratization of food: tin cans and the growth of the American food processing industry, 1810-1940*. Bethlehem: Lehigh University, 2016 (Tese de Doutorado em Filosofia da Lehigh University).

PITTEL, F. M. M. *Análise ergonômica em uma célula de montagem de uma indústria metal mecânica*. Porto Alegre: UFRG, 2013 (Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Segurança do Trabalho da UFRGS).

RAGO, M. *Do cabaré ao lar: a utopia da cidade disciplinar – Brasil 1890-1930*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

REIS, D. A. dos. O planejamento do procedimento da montagem. *Revista de Administração de Empresas*. v. 4, n. 12, p. 73-92, 1964.

RIBEIRO, M. A. R. *Condições de trabalho na indústria têxtil paulista (1870-1930)*. São Paulo: Hucitec, 1988.

ROMI. *Perfil*. Santa Bárbara d'Oeste. 1988. Disponível em <<https://cdoc.fundacaoromi.org.br/imagens//catalogo/industrias%20romi/Geral/Rg8840.pdf>>. Acesso em 3 junho 2021.

SCHMITZ, H.; CARVALHO, R. de Q. Automation and labour in the Brazilian car industry. *The Journal of Development Studies*. v. 26 n. 1, p. 81-119 1989.

SCHMITZ, H.; CARVALHO, R. de Q. O fordismo está vivo no Brasil. *Novos Estudos CEBRAP*. São Paulo, n. 27, p. 148-156, 1990.

SILVA, M. E. da. *Inovação tecnológica no setor de máquinas-ferramentas brasileiro-um estudo de caso*. Monografia de trabalho, n. 46. Buenos Aires: Programa de Investigações sobre Desenvolvimento Científico e Tecnológico na América Latina; CEPAL, 1982.

SILVA, Z. L. da. *A domesticação dos trabalhadores nos anos 30*. São Paulo: Marco Zero, 1991.

TAUILE, J. R. Automação microeletrônica e competitividade: tendências no cenário internacional. In: SCHMITZ, H.; CARVALHO, R. Q. (Orgs.), *Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional*. São Paulo: Hucitec, p. 131-154, 1988.

VARGAS, N. Gênese e difusão do taylorismo no Brasil. *Ciências Sociais Hoje*. São Paulo, p. 155-189, 1985.

VIANNA, L. W. *Liberalismo e sindicato no Brasil*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

WILLIAMS, K.; CUTLER, T.; WILLIAMS, J.; HASLAM, C. The end of mass production? *Economy and Society*. v. 16, n. 3, p. 405-439, 1987.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ZANETTI, A.; VARGAS, J. T. *Taylorismo e fordismo na indústria paulista*. São Paulo: Humanitas, 2007.