



DIGITALIZAÇÃO DAS ECONOMIAS: ANÁLISE DAS CAPACIDADES E DA VULNERABILIDADE DA INDÚSTRIA DE MANUFATURA PAULISTA

MIGUEL GEORGETTO

ORIENTADORA: PROF^ª. DR^ª. IVETTE LUNA

RESUMO

Levando em consideração a Indústria 4.0 e as transformações nas estruturas produtivas relacionadas a ela, esta pesquisa teve como objetivo mapear a composição da indústria de manufatura paulista, em termos dos tipos de ocupações, do nível de conhecimento tácito e cognitivo e do nível de rotinização das atividades. Assim, usando dados fornecidos pela RAIS 2003 e 2017 e dados complementares de fontes diversas, buscamos entender como as transformações digitais da Quarta Revolução Industrial podem afetar o mercado de trabalho paulista. Primeiro, realizamos uma análise descritiva de variáveis como escolaridade, remuneração, experiência, tipo de rotinização das ocupações, entre outras. Em um segundo momento, comparamos essa análise com os riscos de automação a que as ocupações estão expostas. De modo geral, os resultados mostram cerca de 60% das ocupações da indústria de manufatura paulista na categoria de alto risco de automação, nível similar ao de outras economias, ao adotar uma análise ao nível de ocupações.

Palavras-chave: Indústria 4.0, ocupações rotineiras e não-rotineiras, automação, emprego

Classificação JEL: J20, J23, J24, J31, O10, O33

INTRODUÇÃO

Contextualização: A **Indústria 4.0** ou **Quarta Revolução Industrial** está relacionada aos avanços da tecnologia das últimas décadas, incluindo a Internet das Coisas, Big Data, computação em nuvem, inteligência artificial, sistemas integrados de gestão, comunicação sem fio, manufatura aditiva (“impressão 3D”) e robótica (IEDI, 2018), tecnologias que passaram a ser aplicadas em diversas atividades econômicas, transformando a produção e os serviços (SACOMANO *et al.*, 2018). Essas inovações parecem levar a um processo de transformação de diversos aspectos da estrutura produtiva dos países através de tecnologias digitais, dentro da Quarta Revolução Industrial (processo que chamamos de **digitalização das economias**). A automação de tarefas e os sistemas integrados de gestão podem levar à extinção de determinadas ocupações (em especial aquelas de cunho mais simples, e que exigem menor formação técnica), ou na redução na quantidade de horas a demandar de tal ocupação (OECD, 2017).

A tecnologia digital, a substituição por automação e a polarização do emprego: As transformações na estrutura de produção advindas da Quarta Revolução Industrial têm trazido discussões acerca de como tais mudanças impactam o mercado de trabalho. De fato, o progresso tecnológico recente trouxe a automação de **tarefas rotineiras**, mais simples. No entanto, agora a tecnologia parece caminhar para a automação, ainda que em menor extensão, até mesmo de **tarefas não-rotineiras** (FREY; OSBORNE, 2013), em função de um aumento do poder computacional e o advento de Big Data e da inteligência artificial. Um estudo realizado por Frey e Osborne (2013) apontou que **47% das ocupações dos Estados Unidos** possuíam “alto risco” de substituição por automação. Nesse relatório, os autores discutem os principais fatores de risco de automação que uma ocupação pode conter e os principais gargalos apresentados na estrutura ocupacional que impedem a automação de determinada tarefa, dada as características gerais do processo de digitalização que estamos vivenciando na Indústria 4.0.

A divisão de tarefas em “rotineiras” ou “não-rotineiras” é importante pois, em geral, entende-se que as **tarefas rotineiras são mais fáceis de se codificar** e, portanto, mais passíveis de automação. De acordo com Acemoglu e Autor (2010), os autores reconhecem, em geral, que uma atividade ou tarefa é rotinizável quando pode ser codificada ou resumida em um conjunto finito e bem definido de regras, que tornem possível que estas tarefas sejam executadas por uma máquina ou computador. Além da divisão “rotineira” ou “não-rotineira”, cabem ainda mais discriminações. A classificação do IPEA (REIS, 2016) considera cinco níveis de rotinização possíveis: **analítico não rotineiro, interativo não rotineiro, cognitivo rotineiro, manual rotineiro e manual não rotineiro**. A princípio tais categorias não são excludentes pois toda ocupação pertence a todos os grupos indicados com mais ou menos grau de proximidade ou pertinência. No entanto, na pesquisa aqui apresentada, para classificar cada posto de trabalho em um dos grupos, se optou por considerar a cada ocupação no grupo com maior grau de pertinência, isto é, pela predominância no tipo de atividades do perfil ocupacional.

A partir dessas definições, é possível explicitar a **polarização do emprego** que OECD (2017) vê acontecendo em alguns países do G20, com as ocupações se dividindo em trabalhos altamente qualificados (e, portanto, bem remunerados) e trabalhos pouco qualificados (e, portanto, menos remunerados). Como os avanços tecnológicos da Indústria 4.0 causam aumento da eficiência dos processos, essas transformações tecnológicas também fazem aumentar a demanda por vagas mais produtivas e qualificadas (LUNA, 2019). Isso não significa uma redução no número de empregos, haja vista que várias economias do G20 têm mostrado aumento nas taxas de emprego (OECD, 2017).

Desse modo, não haveria evidência para dizer que a automação geraria aumento do desemprego. Isso porque apesar de algumas ocupações desaparecerem ou terem sua demanda reduzida, o avanço tecnológico produz novos empregos através do aumento da demanda por trabalho qualificado. Assim, a transformação não se dá principalmente no número real do emprego, mas sim na estrutura ocupacional. A polarização parece se intensificar de acordo com a velocidade com que as economias absorvem as novas tecnologias, que resultam em aumento da produtividade e portanto da demanda por trabalhadores mais produtivos. Alguns estudos

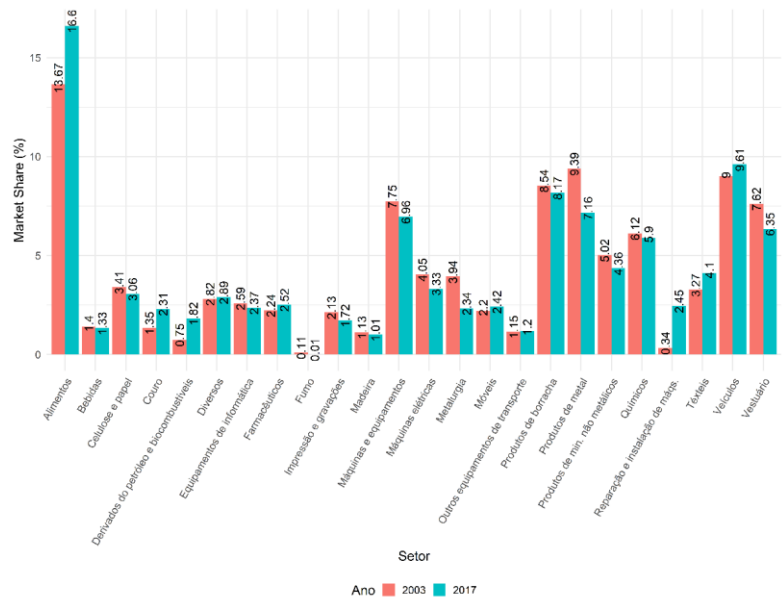


também mostram uma queda na demanda por trabalhadores de média qualificação que realizam atividades de média ou alta rotinização, que sofreram com *offshoring* ou automação das mesmas. Por fim, ocupações de menor produtividade, mas não-rotineiras, mostram aumento de participação nas economias, devido a mudanças demográficas e aumento da demanda no setor de serviços pessoais (LUNA, 2019). Boa parte das ocupações com atividades menos rotineiras são em geral escolhidas por trabalhadores com um *set* de habilidades advindo de uma qualificação técnica bastante específica (associada à educação formal) (DEMING, 2015). Logicamente, essas ocupações (**high-skilled non-routine**) oferecem os melhores salários. Ainda assim, existem também ocupações que exigem pouca qualificação técnica, mas cujas atividades são não-rotineiras (**low-skilled non-routine**). Esses dois tipos de ocupação se encontram mais protegidas da automação, além de estarem experimentando aumento na demanda de suas atividades.

Com isso, a polarização do emprego se consolida na separação das ocupações em dois polos, ambos possuindo tarefas não-rotineiras em sua composição, mas exigindo *set* de habilidades e qualificação extremamente diferentes, e, portanto, associados a remunerações extremamente diferentes. Por causa disso, OECD (2017) entende que as inovações tecnológicas podem ser um vetor de **aumento da desigualdade**.

METODOLOGIA E ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Gráfico 1 – Market share de cada setor CNAE 2.0 da Indústria da Transformação.



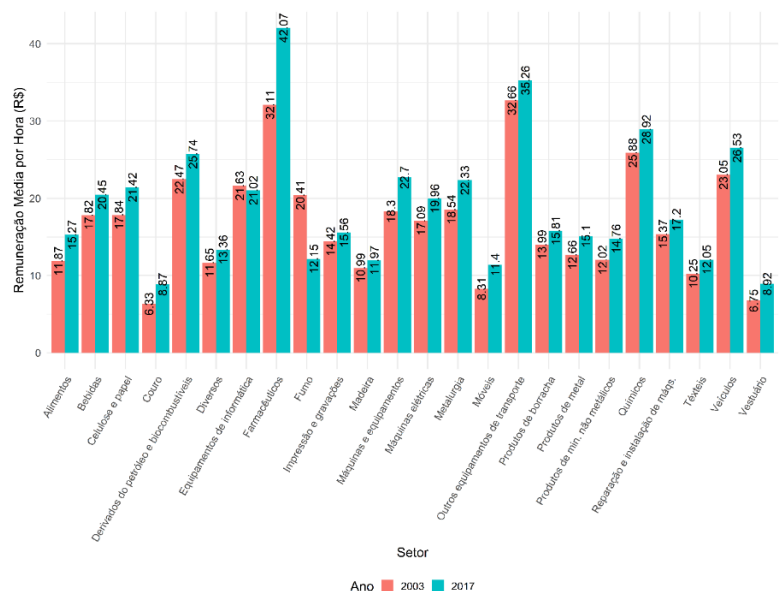
A pesquisa tinha como objetivo mapear a composição, em termos de rotinização, educação formal e experiência (possíveis barreiras à automação), da indústria de manufatura paulista, buscando entender qual a posição desse importante setor da economia de São Paulo frente às transformações tecnológicas da Indústria 4.0. Usando dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2003 e 2017, as classificações setoriais da Classificação Nacional por Atividade Econômica e as descrições da Classificação Brasileira de Ocupações fomos capazes de analisar a estrutura produtiva paulista. Com um total de **2,2 milhões** de trabalhadores em 2017, o que temos na indústria de transformação paulista é uma estrutura heterogênea, bem dividida entre os setores da CNAE 2.0. As principais fatias do *market share* pertenciam, em 2017, aos setores de Alimentos (16,6%) e de Veículos (9,61%), como mostra o Gráfico 1.

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da RAIS de 2003 e 2017

Com relação à escolaridade, a maior parte da indústria de manufatura é composta por trabalhadores de Ensino Médio Completo, com essa sendo a categoria predominante em quase todos os setores (salva a exceção do setor Farmacêutico, em que 50,89% dos trabalhadores possui Ensino Superior Completo). Os dois maiores setores, Alimentos e Veículos, possuem, respectivamente 49,96% e 61,08% dos seus trabalhadores na categoria Ensino Médio Completo. O número de analfabetos em todos os setores é baixo (média de 0,15%). A média do número de trabalhadores com Educação Superior Completa é de 15,75%. A média de participação na categoria Ensino Médio Completo é de 55,7%.

Como exibido no Gráfico 2, a remuneração média por hora de todos os setores aumentou de 2003 para 2017, com exceção do setor de Fumo. A maior remuneração média por hora fica com o setor de Farmacêuticos, o que deve estar relacionado à predominância de trabalhadores com maior educação formal. Já a menor média de remuneração é no setor de Couro.

Gráfico 2 - Remuneração Média por Hora em cada setor CNAE 2.0 da Indústria de Transformação.



Fonte: elaboração própria, a partir de dados da RAIS de 2003 e 2017

Rotinização, experiência e STEM: A maior parte dos setores da indústria de transformação paulista possui predominantemente ocupações do tipo manual não-rotineiro, como mostra a Tabela 1. Isso deveria indicar uma menor exposição dos setores ao risco de automação. Mas, por exemplo, no caso dos dois maiores setores, Alimentos e Veículos, a segunda categoria predominante é de tipo rotineiro. Alimentos possui 34,27% da força de trabalho alocado em ocupações predominantemente do tipo manual não-rotineiro, mas o segundo lugar em participação



relativa está com as ocupações do tipo manual rotineiro, com 30,48%. No caso de Veículos, 31,63% dos trabalhadores está em uma ocupação do tipo manual não-rotineiro, mas 22% estão em ocupações do tipo cognitivo rotineiro.

Os setores Bebidas, Químicos e Farmacêuticos destoam do resto, ao apresentarem predominância de ocupações do tipo não-rotineiro interativo. Nessa categoria, a participação de trabalhadores é de 34,54%, 30,07% e 50,35%, respectivamente. Mas, no caso de Bebidas e Químicos, essa predominância de ocupações não-rotineiras interativas é seguida de perto pela participação de 26,98% (Bebidas) e 27,97% (Químicos) de ocupações do tipo manual rotineiro. Os setores Têxteis, Vestuário, Celulose e papel, Impressão e gravações, Produtos de borracha e Diversos são os que mais notadamente apresentam exposição ao risco de substituição por automação, do ponto de vista da rotinização. Todos esses setores apresentam predominância de ocupações do tipo manual rotineiro, e as participações são, respectivamente, 28,14%, 38,66%, 51,95%, 48,56%, 35,09% e 29,7%.

Exploramos também as médias de experiência (*proxy* para o conhecimento tácito) dos setores e a participação de ocupações do tipo STEM – *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (*proxy* do conhecimento cognitivo). Os setores Bebidas, Químicos e Farmacêuticos tiveram aumento consistente na participação de ocupações STEM entre 2003 e 2017, variando de 5,38% para 8,85%, de 12,3% para 14,91% e de 8,86% para 12,24%, respectivamente. Esses setores também mostram aumento da média de experiência dos trabalhadores totais, embora as distribuições se tornem ainda mais assimétricas, pois os desvios padrão também sobem, especialmente no caso do setor de Bebidas, em que o desvio padrão passa de 55,25 para 73,82. No caso de Farmacêuticos, o desvio padrão vai de 61,66 para 71,72, o que mostra que o aumento das médias não reflete necessariamente uma melhoria generalizada, mas pode ser resultado de aumentos enormes de experiência em poucos indivíduos (possivelmente pessoas empregadas desde 2003 até 2017 na mesma ocupação), que distorcem a média para cima. Desse modo, esses aumentos não significariam uma melhoria geral na proteção contra automação desses setores.

Os setores Têxteis e Diversos possuem baixa participação de ocupações STEM, consistente com a predominância de ocupações do tipo manual rotineiro. No entanto, suas médias e desvios padrão de experiência não são muito diferentes de setores com maior participação STEM (como Equipamentos de Informática). O setor Produtos de borracha, por sua vez, apresenta redução na participação STEM, caindo de 11,02% para 8,55%. A experiência laboral, no entanto, teve poucas mudanças, e sua média e desvio padrão não é tão diferente de outros setores com maior participação STEM.

Os setores com a maior participação de ocupações STEM são os setores de Outros equipamentos de transporte, com 29,91%, e o setor de Equipamentos de informática, com 23,76%. Outros equipamentos de transporte possui a segunda maior média de experiência laboral da indústria de manufatura paulista, de valor 85,63, e o desvio padrão tem valor de 62,41. Já Equipamentos de informática possui uma média de experiência laboral menos gritante, com 65,07, e uma distribuição um pouco mais assimétrica, com desvio padrão de 66,99.

Veículos, o segundo maior setor da indústria paulista, possui a maior média de conhecimento tácito, 99,89. No entanto, a distribuição da experiência é bastante assimétrica, pois o setor também apresenta o maior desvio padrão, de 94,50. Além do setor de Outros equipamentos de transporte, outros setores com altas médias de conhecimento tácito são Celulose e papel, Químicos e Máquinas e equipamentos (com 84,19, 79,56 e 77,03), mas todos eles apresentam altos desvios padrão (88,97, 85,45 e 81,65), o que indica que as médias podem estar distorcidas pela presença de valores extremos, e, portanto, esses setores estão mais expostos à automação, desse ponto de vista, do que inicialmente suas médias parecem demonstrar. A grande média de conhecimento tácito e a predominância de ocupações do tipo manual rotineiro no setor Celulose e papel é contraditória, mas explicada pelo fato de que a média de conhecimento tácito apresenta distorções, já que a variabilidade das experiências é bem alta no setor.

PRINCIPAIS RESULTADOS

Cruzando as probabilidades de automação calculadas por Frey e Osborne com os dados da RAIS e do IPEA, fomos capazes de classificar as ocupações da indústria de manufatura paulista em “alto”, “médio” e “baixo” risco de substituição por automação.

Risco de substituição por categoria de rotinização: as ocupações de tipo rotineiro são as mais vulneráveis à automação na indústria de manufatura paulista, assim como previa a literatura. Obviamente, em contrapartida, as ocupações de tipo não rotineiro pertencem em sua maioria ao grupo de baixo risco de substituição por automação.

É importante fazer a discriminação dos tipos específicos de rotinização: 14,94% das ocupações do tipo analítico não-rotineiro pertencem ao grupo de alto risco, enquanto que 26,56% das ocupações do tipo interativo não-rotineiro e 64% do tipo manual não-rotineiro estão nessa categoria de risco (como pode ser

Tabela 1 – Tipo de rotinização predominante em cada setor da CNAE 2.0 em 2017.

Setor	Tipo de rotinização predominante
Alimentos	Non-routine Manual
Bebidas	Non-routine Interactive
Fumo	Non-routine Manual
Têxteis	Routine Manual
Vestuário	Routine Manual
Couro	Non-routine Manual
Madeira	Non-routine Manual
Celulose e papel	Routine Manual
Impressão e gravações	Routine Manual
Derivados do petróleo e biocombustíveis	Non-routine Manual
Químicos	Non-routine Interactive
Farmacêuticos	Non-routine Interactive
Produtos de borracha	Routine Manual
Produtos de min. não metálicos	Non-routine Manual
Metalurgia	Non-routine Manual
Produtos de metal	Non-routine Manual
Equipamentos de informática	Non-routine Manual
Máquinas elétricas	Non-routine Manual
Máquinas e equipamentos	Non-routine Manual
Veículos	Non-routine Manual
Outros equipamentos de transporte	Non-routine Manual
Móveis	Non-routine Manual
Diversos	Routine Manual
Reparação e instalação de máqs.	Non-routine Manual

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da RAIS de 2017

Tabela 2 - Percentual de empregos da indústria de manufatura paulista por nível de risco de substituição para cada grupo de rotinização (2017).

Grupo de rotinização	Alto risco	Médio risco	Baixo risco
Non-routine analytic	14,94	22,06	45,61
Non-routine interactive	26,56	21,22	29,39
Routine cognitive	77,55	13,17	1,61
Routine manual	83,86	6,52	0,00
Non-routine manual	64,00	22,79	1,70

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da RAIS de 2017



observado na Tabela 2). Isso revela que, mesmo dentre as ocupações não-rotineiras, existem diferenças importantes quanto à possibilidade de automação. O que parece se mostrar aqui é que, ao menos na indústria de manufatura paulista, existe certa hierarquia entre os tipos de rotinização em relação ao risco de substituição de automação. As ocupações do tipo manual não-rotineiro, embora não-rotineiras, estão predominantemente na categoria de alto risco de substituição de automação, enquanto que as outras ocupações não-rotineiras estão predominantemente nas categorias de baixo risco de substituição. Algo que ajuda a confirmar esta ideia é o fato de que, quando observamos a média de experiência e a participação de ocupações STEM por categoria de rotinização, o conjunto de ocupações do tipo manual não-rotineiro apresenta valores ligeiramente menores que do conjunto de ocupações do tipo cognitivo rotineiro (70,27 contra 71,81 e 1,63% contra 1,97%).

Risco de substituição por setor: A Tabela 3 mostra que o setor com o maior número de ocupações em alto risco de substituição por automação é **Produtos de metal**, com 73,82% dos seus trabalhadores em ocupações que tem alta probabilidade de serem automatizadas (por volta de 116 mil pessoas). No primeiro e o segundo lugares em relação a número de trabalhadores, Alimentos e Veículos possuem, respectivamente, 65,42% (cerca de 239 mil pessoas) e 63,43% (cerca de 134 mil pessoas) de seus trabalhadores em ocupações de alto risco de substituição. Bebidas e Químicos têm 48,57% e 51,12% de suas ocupações no grupo de alto risco de substituição. Ainda assim, são também os setores com a maior participação de ocupações classificadas como baixo risco de substituição. O desvio padrão de experiência nesses setores é elevado, o que também pode explicar a participação importante de ocupações de alto e baixo risco ao mesmo tempo. Os setores Celulose e papel e Impressões e gravações, ambos com predominância de ocupações rotineiras, possuem 61,25% e 72,58% dos seus trabalhadores correndo alto risco de substituição, respectivamente. Isso representa 41,3 mil e 27,5 mil pessoas, aproximadamente.

Afinal, qual a vulnerabilidade da indústria de manufatura paulista?

Com uma predominância de ocupações do tipo manual não-rotineiro, a maior parte dos setores da indústria de transformação paulista se encontra em posição **não favorável** em relação aos **possíveis impactos negativos da Indústria 4.0**. Embora não sejam rotineiras, a maior parte das ocupações do tipo **manual não-rotineiro**, na manufatura de São Paulo, se encontram na categoria de **alto risco de substituição** por automação. Por conta do risco de substituição, da participação alta de ocupações rotineiras e baixa de ocupações STEM e da menor média de conhecimento tácito, os setores mais vulneráveis são **Produtos de borracha, Diversos, Têxteis e Fumo**. Juntos, esses setores possuem cerca de **215,4 mil pessoas** em ocupações consideradas de alto risco de substituição por automação, o que representa cerca de **10%** das ocupações totais da indústria paulista.

A maior parte dos setores possuem participação de ocupações em alto risco de substituição superior a **50%**. Em ordem decrescente, Alimentos, Veículos, Produtos de borracha e Produtos de metal são os 4 maiores setores da indústria paulista, e todos possuem participação superior a 50% das ocupações na categoria de alto risco, sendo que Produtos de metal é o setor com a maior participação de trabalhadores nessa categoria. No caso de Produtos de borracha, a vulnerabilidade é mais óbvia pela maior participação de ocupações do tipo manual rotineiro, mas a vulnerabilidade dos setores Alimentos, Veículos e Produtos de metal também é gritante, ainda que esses setores possuam predominância de ocupações do tipo manual não-rotineiro.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que cerca de **1,3 milhão de pessoas** está em ocupações de **alto risco de substituição por automação**, em São Paulo, apenas no nicho da manufatura. Isso representa aproximadamente **60,92%** do total de trabalhadores desse nicho, e cerca de **3% de toda a população do estado de São Paulo**. Assim, por conta da grande participação de ocupações na categoria de alto risco de substituição por automação ser verificada também dentro dos setores mais volumosos da indústria de transformação paulista, bem como a predominância em toda a indústria de atividades do tipo manual não-rotineiro (que embora sejam não-rotineiras, são mais vulneráveis à automação), podemos dizer sim que **a indústria de manufatura paulista está vulnerável aos efeitos negativos da Quarta Revolução Industrial**.

No entanto, é importante destacar que **esta análise é feita à nível das ocupações como um todo** (exemplo: caracterizamos as ocupações em cada um dos 5 tipos de rotinização de acordo com o tipo de rotinização predominante nas atividades dessa ocupação, quando na verdade, de maneira geral, toda ocupação possui os 5 tipos em menor ou maior grau). Estudos internacionais realizados ao nível das tarefas que constituem cada ocupação (como o de Arntz *et al.* (2016)) encontram riscos muito menores para todas as economias analisadas, com a porcentagem de ocupações desaparecendo mudando da faixa dos 50% para valores entre 5% a 12%. Isso porque **tais estudos entendem que poucas ocupações são automatizadas como um todo, com a automação atingindo na verdade as tarefas realizadas dentro de uma ocupação, mudando o escopo do que o trabalhador realiza na prática**. Assim, esse tema ainda demanda muita pesquisa para que se possam compreender os efeitos da automação que pode resultar das transformações produtivas da Indústria 4.0. A análise aqui feita utilizou como base, na elaboração do cenário aqui exposto, as

Tabela 3 - Percentual de empregos por nível de risco de substituição para os setores da indústria de transformação paulista (2017).

Setor	Alto risco	Médio risco	Baixo risco
Alimentos	65,42	21,02	7,12
Bebidas	48,57	16,23	16,79
Fumo	41,95	48,02	3,04
Têxteis	54,23	15,15	5,69
Vestuário	33,72	21,26	4,74
Couro	35,26	42,26	3,47
Madeira	69,39	10,90	5,30
Celulose e papel	61,25	21,39	8,87
Impressão e gravações	72,58	10,88	9,60
Derivados do petróleo e biocombustíveis	54,30	33,35	7,70
Químicos	51,12	11,75	19,40
Farmacêuticos	33,93	13,84	37,89
Produtos de borracha	69,92	11,86	6,16
Produtos de min. não metálicos	72,43	14,32	5,97
Metalurgia	65,39	16,33	9,75
Produtos de metal	73,82	12,24	6,27
Equipamentos de informática	66,39	9,11	15,24
Máquinas elétricas	69,69	8,85	11,77
Máquinas e equipamentos	65,62	13,35	10,99
Veículos	63,43	13,38	9,77
Outros equipamentos de transporte	45,96	27,22	16,68
Móveis	63,49	15,83	4,26
Diversos	64,32	14,66	8,41
Reparação e instalação de máqs.	55,13	23,51	10,71

Fonte: elaboração própria, a partir de dados da RAIS de 2017



probabilidades de Frey e Osborne. Logo, entende-se que se trata de um cenário que superestima os níveis de risco de substituição, ao não abrir as análises e estimativas ao nível das tarefas e capacidades que qualificam as ocupações.

De todo modo, nosso estudo aponta para a necessidade de investir em planejamento, realocação e recapacitação da força de trabalho paulista, visando a atenuação dos potenciais impactos negativos dessa transformação produtiva, assim como o aproveitamento de oportunidades que surjam nesse cenário.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unicamp (PIBIC/Unicamp) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEMOGLU, D. e AUTOR, D. (2010) *Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings*. 16082. Cambridge. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w16082>.

Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U., 2016. *The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis*. Tech. Rep. 189, OECD Social, Employment and Migration Working Papers.

DEMING, D. J. (2015) *The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market*. 21473. Cambridge. Disponível em: <<http://www.nber.org/data-appendix/w21473>>. Acesso em: agosto de 2019.

FREY, C. B. e OSBORNE, M. (2013). *The Future of Employment on Technology and Employment: How susceptible are jobs to computerisation? The Oxford Martin Programme on Technology and Employment*.

IEDI. Políticas Para O Desenvolvimento Da Indústria 4.0 No Brasil. 2018.

LUNA, I. *Transformaciones productivas e impactos potenciales en las ocupaciones: análisis de escenarios para el caso brasileño*. Campinas, 2019.

OECD (2017) «**Future of work and skills**», *Organisation for Economic Co-operation and Development*, (February), p. 24.

REIS, M. C. (2016) «Uma descrição das ocupações no Brasil a partir de informações sobre as atividades normalmente desempenhadas pelos trabalhadores», *Nota técnica IPEA*, (60), pp. 45- 51.

SACOMANO, B. et al. *Indústria 4.0: conceitos e fundamentos*. 1ª edição. São Paulo: Blucher, 2018.