



Relatório de Pesquisa nº 2

Impacto da Automação no Executivo Federal no Brasil

Projeto Básico 284/2019/CGDAD/DPP/ENAP

Willian Boschetti Adamczyk

Brasília

Junho de 2020

1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre tecnologias de automação discutem mudanças futuras no mercado de trabalho, sugerindo a possibilidade de aumento no desemprego pela substituição do trabalho humano por máquinas. Entretanto, as pesquisas analisam a totalidade de ocupações nas economias modernas sem diferenciar as dinâmicas do setor privado e setor público.

Enquanto o setor privado possui flexibilidade para se ajustar às mudanças tecnológicas por meio de contratações, demissões e realocação de funcionários, contando com o mecanismo de preços como sinalizador, o setor público possui maior rigidez para ajustar sua força de trabalho às mudanças tecnológicas.

Na ausência de um mecanismo de mercado, a alocação dos trabalhadores dá-se por decisões planejadas pelo gestor público. Incoerências nesse planejamento para incorporação das tecnologias de automação podem defasar a produtividade do setor público em relação ao setor privado nas próximas décadas.

De acordo com o Atlas do Estado Brasileiro (2019), o Poder Executivo Federal no Brasil carece de compreensão sobre o perfil das ocupações, a fim de possibilitar “uma análise mais propositiva de rearranjos visando a uma maior adequação setorial da força de trabalho. Exemplo dessa dificuldade é o fato de não haver um sistema racional de reposição da força de trabalho no Executivo Federal” (LOPEZ; GUEDES, 2019, p. 8). Estudos sobre automação no Executivo Federal podem preencher essa lacuna.

Dessa forma, a presente pesquisa visa expor ao gestor as ocupações em que tecnologias de automação podem ser introduzidas para aumento de produtividade e redução de custos no serviço público. Para isso, apresenta a construção de algoritmos preditivos da propensão à automação das ocupações do Poder Executivo Federal no Brasil, possibilitando a análise do impacto quantitativo da automação por órgãos do funcionalismo público.

A principal contribuição do estudo é a proposição de metodologia de estimação de propensão à automação com base em tendências de automação verificadas

empiricamente, sem o uso de classificações subjetivas ou *ad hoc*. Com isso, faz-se uma análise quantitativa específica para o Executivo Federal e disponibiliza-se uma ferramenta de identificação de similaridades entre ocupações no apoio à tomada de decisão dos gestores públicos.

Após essa introdução (1), faz-se a revisão da literatura (2), apresenta-se a metodologia e as fontes de dados (3), estima-se a fronteira tecnológica (4), analisa-se o impacto da automação sobre o Executivo Federal (5) e, por fim, apresenta-se a ferramenta de visualização de ocupações por similaridade (6).

2 REVISÃO DA LITERATURA

A questão do desemprego tecnológico, vista como a eliminação de empregos por meio da substituição de trabalhadores por tecnologias de automação, tem ganhado destaque em publicações acadêmicas e jornalísticas devido aos avanços tecnológicos do início do século XXI.

Tecnologias de automação e Inteligência Artificial (AI) estão por trás de uma mudança de paradigma tecnológico nos processos produtivos e no mercado de trabalho (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014). Essas tecnologias de automação possibilitam a substituição de trabalho humano por equipamentos controlados por computador, ou computerização, nos termos de Frey e Osborne (2017).

O conceito de Inteligência Artificial é amplo e de variadas definições. A IA pode ser compreendida como "*a system's ability to interpret external data correctly, to learn from such data, and to use those learnings to achieve specific goals and tasks through flexible adaptation*" (KAPLAN; HAENLEIN, 2020, p. 4)¹. As tecnologias que constituem a IA incluem o aprendizado de máquina (*machine learning*), aprendizagem por reforço (*reinforcement*

¹ "A habilidade de um sistema de interpretar dados externos corretamente, aprender com tais dados, e usar esse aprendizado para atingir objetivos específicos e tarefas por meio de flexível adaptação" (KAPLAN; HAENLEIN, 2020, p. 4). Tradução nossa.

learning), redes neurais artificiais, *deep learning*, *computer vision* e outras em rápido desenvolvimento (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014).

Avanços notáveis no ramo da inteligência artificial ocorreram desde a proposição do “Jogo da Imitação”, o reconhecido teste de Turing (1950). O teste coloca que o parâmetro para uma máquina ser considerada verdadeiramente inteligente é ser indistinguível do comportamento humano em conversações, disputas ou demais interações. A imitação depende da capacidade da máquina de interagir em um contexto complexo com diferentes fontes de informação e possibilidades de ações, servindo assim para a avaliação de tecnologias desenvolvidas a partir da segunda metade do século XX.

Momentos notáveis do avanço da inteligência artificial foram vistos nos duelos de xadrez entre Garry Kasparov e o computador IBM Deep Blue. Décadas antes do esperado para o desenvolvimento de tais tecnologias, o computador, programado com um grande número de movimentos estratégicos do jogo, foi capaz de superar o campeão mundial de xadrez em 1997. Em 2010, o IBM Watson venceu o programa de auditório Jeopardy!, derrotando os campeões anteriores do jogo de perguntas e respostas sobre conhecimentos gerais, marcando um avanço nas tecnologias de processamento de linguagem natural ao reconhecer sutilezas e variações na enunciação de problemas.

Em 2016, o computador DeepMind AlphaGo venceu o campeão mundial de Go, Lee Sedol, em quatro partidas contra uma, usando recursos de aprendizado por reforço com base em um conjunto de dados de 100 mil partidas online disputadas por outros jogadores. Espectadores e analistas se mostraram atônitos com o movimento 37 de Deep Blue, que em uma jogada não lógica, sugeriu o uso de estratégia munida de criatividade para confundir e superar o adversário humano. Em 2019, o DeepMind AlphaStar se mostrou capaz de vencer partidas *online* de Starcraft II, jogo de exploração estratégica considerado de elevada complexidade, usando as mesmas regras disponíveis aos competidores humanos, sem que estes soubessem que disputavam com uma inteligência artificial (LEE, 2019).

A partir desses marcos históricos, a transposição da inteligência artificial do contexto de jogos e atividades online para situações cotidianas ganhou impulso com o crescente registro de dados por sensores que equipam celulares, eletrodomésticos, computadores pessoais, entre outros dispositivos. Assim, nutre-se o conceito de Big Data como o aumento da quantidade e acessibilidade a grande volume de dados, que são vistos como o combustível que alimenta o crescimento da IA e possibilita o aperfeiçoamento das máquinas e equipamentos sem a necessidade de intervenção humana direta (KELLY, 2017).

O desenvolvimento das tecnologias de inteligência artificial permite a sua extensão para o mercado de trabalho. A literatura de desemprego tecnológico² oferece evidências de que a introdução de novas tecnologias de informação viabiliza automatizar tarefas executadas por trabalhadores, colocando assim em risco a necessidade do emprego de trabalho humano, já que podem ser efetuadas por máquinas ou computadores. Tais tecnologias oferecem vantagens por serem facilmente escaláveis, com alto poder de redução de custos e ganhos de eficiência produtiva (AUTOR, 2015; FREY; OSBORNE, 2017; WEF, 2016).

O horizonte das tarefas que podem ser automatizadas é tênue e se desloca progressivamente em direção às tarefas de maior complexidade. As tarefas que hoje são consideradas rotineiras não são limitantes para o avanço da tecnologia, que possuem potencial de progressão na substituição das tarefas mais simples até as mais abstratas em uma questão de décadas (FREY; OSBORNE, 2017). Nesse contexto, considera-se que uma profissão tende a ser eliminada quando grande parte de suas atividades são substituídas. Assim, a profissão transforma-se em outra, agregando diferentes tarefas sob uma nova denominação.

² Discussões transversais ao desemprego tecnológico e automação, mas que não são questões centrais deste estudo são as de retorno da educação e mudança tecnológica por habilidades (GRILICHES, 1969; GOLDIN; KATZ, 1998; ACEMOGLU; AUTOR, 2011; FIRPO, FORTIN; LEMIEUX, 2011), *offshorability* (BLINDER, 2009; JENSEN; KLETZER, 2010), desigualdade e polarização no mercado de trabalho (AUTOR, 2010; AUTOR; KATZ; KEARNEY, 2006; GOOS; MANNING, 2007; JAIMOVICH; SIU, 2012; GOOS; MANNING; SALOMONS, 2014).

O desemprego tecnológico surge como hipótese de que a automatização pode eliminar um grande número de postos de trabalho existentes. Precisamente, o desemprego tecnológico é definido como a eliminação de empregos por meio da substituição de trabalhadores pela automatização, ao passo que o ritmo de destruição se dá de maneira mais acelerada que a criação de novos postos de trabalho. O capital pode evoluir mais rapidamente como um substituto para o trabalho humano do que como uma complementaridade para aumentar a produtividade, sem automatismo ou garantias na criação de novas ocupações (GOLDIN; KATZ, 1998).

A identificação de ocupações automatizáveis em um cenário de constante evolução tecnológica é acompanhada de apreensão por parte da sociedade. Segundo Autor (2015), jornalistas e a mídia em geral tendem a superestimar o alcance da substituição de trabalho humano por máquinas e ignorar as fortes complementaridades entre automação e trabalho que aumentam a produtividade, eleva salários, e incrementa a demanda por trabalho. Identificar as ocupações mais afetadas pela automação e seus impactos sobre o mercado de trabalho não é tarefa trivial e ainda não conta com literatura e metodologias consolidadas.

Pesquisas recentes trazem resultados conflitantes para a profundidade das transformações que as tecnologias podem causar como impacto na eliminação de postos de trabalho. As discordâncias podem ser contrastadas pela metodologia empregada na estimação: *automação com base em ocupações* (FREY; OSBORNE, 2017) ou *automação com base em tarefas* (ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016, 2017).

A *automação com base em ocupações* busca encontrar as profissões que tendem a desaparecer nas próximas décadas e o impacto do desemprego tecnológico sobre salários, desigualdade e polarização da renda. Nessa abordagem, Frey e Osborne (2017) estimaram que 47% dos empregos dos Estados Unidos possuem elevado risco de desaparecer nos próximos 25 anos devido à automatização das profissões. Na mesma linha, a pesquisa da McKinsey Global Institute (2017) classificou mais de duas mil

atividades dos Estados Unidos, encontrando um potencial de automação de 46% dos empregos.

A metodologia aplicada por Frey e Osborne (2017) atribuiu probabilidades de automatização das tarefas de cada profissão de acordo com a identificação dos gargalos tecnológicos (*bottlenecks*), realizando a classificação das atividades em baixo e alto risco. A fim de desenvolver os modelos preditivos, Frey e Osborne (2017) adotaram possíveis resultados de automação com base na opinião subjetiva de um grupo de pesquisadores de aprendizado de máquina. As 70 ocupações em que os autores confiavam que todas as tarefas poderiam ser automatizáveis foram manualmente classificadas, servindo como informações para o treino do modelo.

A partir desse treinamento, os autores inferiram as probabilidades de automatização para as demais 900 profissões da Standard Occupational Classification (SOC), com base em características que podem ampliar ou restringir a automatização das tarefas, como: destreza com os dedos; destreza manual; trabalhar em espaços apertados, posições estranhas; originalidade; belas artes; perceptividade social; negociação; persuasão; assistência e cuidado a outros.

Em estudos para o mercado de trabalho formal brasileiro, Albuquerque *et al.* (2019a, 2019b) adaptaram a metodologia de Frey e Osborne (2017) confiando na avaliação de automação de 69 especialistas em inteligência artificial. Estimaram assim que 54,5% dos 45,9 milhões de postos de trabalho brasileiros encontram-se em ocupações com alta ou muito alta probabilidade de automação. Com probabilidade alta foram consideradas as ocupações no terceiro quartil, enquanto muito alta as que se encontraram no quartil superior da distribuição da probabilidade de automação.

Críticas ao elevado percentual de trabalhadores em ocupações em alto risco de automação surgiram na literatura. Primeiro, Arntz, Gregory e Zierahn (2016) apontaram que a estimativa com base em ocupações oferece superestimções de automação, pois mesmo naqueles empregos considerados de alto risco, trabalhadores podem realizar tarefas que são de difícil automação. O impacto da automação seria heterogêneo e parcial

sobre as ocupações, que são passíveis de serem remodeladas e assumirem um novo caráter, qualificação e denominação.

Em segundo lugar, a classificação subjetiva poderia incorrer em confusão entre o potencial para automação e as perdas no nível de emprego nas ocupações. Por vezes, a automação pode ser factível de um ponto de vista tecnológico, mas não ser economicamente viável (ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016).

Terceiro, por ser um ramo de pesquisa incipiente, a disseminação de material de divulgação de duvidoso rigor científico daria visibilidade pública a tendências de automação que podem não encontrar respaldo empírico. Vieses de julgamento podem ser influentes até entre especialistas, em que proposições não fundamentadas são sustentadas por uma comunidade de opiniões concordantes (KAHNEMAN, 2011).

Alternativamente, Arntz, Gregory e Zierahn (2016, 2017) propuseram a estimação da probabilidade de automação *com base em tarefas* que compõe cada ocupação, em nível mais desagregado, o que permite incorporar heterogeneidades entre trabalhadores. Os autores deram maior ênfase àquelas tarefas cujo potencial de automatização se encontra acima de 70%, mas que não serão substituídas completamente com uma parcela significativa de suas tarefas automatizadas.

Por essa abordagem, Arntz, Gregory e Zierahn (2016) estimaram que, na média dos países desenvolvidos selecionados, apenas 9% dos trabalhadores estão em ocupações com alto risco de desaparecer. Para os Estados Unidos, estimam que esse percentual é também de 9%, substancialmente inferior aos 47% apontados por Frey e Osborne (2017).

Para o Brasil, Kubota e Maciente (2019) estimaram que cerca de 56,5% dos empregos formais no país possuem ocupações vulneráveis à automação, considerando tecnologias consolidadas e possíveis de implementação dentro do marco regulatório em um prazo de cinco anos. Usando 19 mil tarefas descritas na base O*NET, foi realizada a construção de um dicionário de palavras-chave associadas à automação com base na

classificação de atividades por seus requisitos de rotina e cognição propostos para a Alemanha em Spitz-Oener (2006).

Em Maciente, Rauen e Kubota (2019) mostrou-se que as ocupações brasileiras são intensivas em habilidades rotineiras e de baixo nível cognitivo. A literatura de automação indica que tarefas rotineiras de operação e controle, e dependentes de aptidões físicas tendem a perder espaço no mercado de trabalho frente às de maior qualificação. Empregando as probabilidades de automação de Albuquerque *et al.* (2019a), Maciente, Rauen e Kubota (2019) consideraram que ocupações com alta probabilidade de automação representam 29% do emprego no Brasil.

Assim, as estimativas existentes são discordantes para o potencial de automação no Brasil. Analisando o mercado de trabalho como um todo, os estudos não consideram as dinâmicas e especificidades diversas das ocupações do setor público em relação às ocupações privadas. Além disso, confiam na atribuição de automação a classificações *ad hoc* ou subjetivas.

3 METODOLOGIA E DADOS

A metodologia é constituída de quatro subseções: estimação da fronteira tecnológica de automação (3.1), predição da propensão à automação das as ocupações do Poder Executivo Federal (3.2) e identificação de similaridade entre as ocupações (3.3). Por fim, a descrição das bases de dados empregadas no estudo (3.4)

3.1 Estimação da fronteira tecnológica de automação

O objetivo da estimação da fronteira tecnológica é encontrar tendências de automação no setor privado que possam ser replicadas no setor público. O diferencial do estudo em relação aos demais desenvolvidos na literatura de automação é justificar a mudança tecnológica a partir de tendências verificadas no passado recente. Para isso, observa-se as mudanças de emprego nas ocupações no estado de São Paulo entre 2010 e 2018.

Emprega-se construção semelhante ao *Bartik instrument*, também conhecido como *shift-share instrument* (BARTIK, 1991; BLANCHARD; KATZ, 1992), mas que utiliza o instrumento como uma variável explicada do efeito de automação. A análise *shift-share* (DUNN, 1960) é extensivamente usada em estudos de economia regional pois permite a decomposição do crescimento do emprego local em três efeitos: nacional, estrutural e diferencial (MACEDO; MONASTERIO, 2016). A decomposição do crescimento local (regional) pode ser vista como:

$$\text{Crescimento}_{\text{Local}} = \text{Efeito}_{\text{Nacional}} + \text{Efeito}_{\text{Estrutural}} + \text{Efeito}_{\text{Diferencial}} \quad (1)$$

No método *Shift-Share* regional, o efeito nacional representa a parcela do crescimento do emprego local devido ao crescimento do emprego no país como um todo. O efeito estrutural representa a mudança no emprego local resultante do crescimento do emprego a nível nacional. O efeito diferencial representa a variação no emprego por fatores internos aos locais que não são explicados pelos efeitos nacional e estrutural.

O efeito diferencial é usado em estudos de crescimento econômico representando fatores endógenos, como o capital humano, as instituições, a localização ou estrutura tarifária. No contexto de automação de ocupações, busca-se encontrar o efeito endógeno de alteração na relação de substituição entre capital e trabalho dentro de cada ocupação.

Para encontrar o efeito diferencial de automação, adapta-se o método *Shift-Share* para controlar efeitos de crescimento setorial ao invés de crescimento regional. A Tabela 1 representa a modificação do método *Shift-Share* regional pela introdução de informações sobre setores e ocupações, chamado então de *Shift-Share* Ocupacional.

Tabela 1. Modificação do Método *Shift-Share* regional para ocupacional

a) <i>Shift-Share</i> Regional			b) <i>Shift-Share</i> Ocupacional		
	Setor 1	Setor j		Ocupação 1	Ocupação j
Região 1	a_{11}	a_{1j}	Setor 1	b_{11}	b_{1j}
Região i	a_{i1}	a_{ij}	Setor i	b_{i1}	b_{ij}

Fonte: Elaboração própria.

em que a_{ij} indica o emprego da Região i no Setor j . Em contraste, o método modificado substitui Região por Setor, e considera a categoria de Ocupação onde antes havia Setor. Assim, b_{ij} indica o emprego da Ocupação j no Setor i .

Essa mudança implica que: o *efeito nacional* passa a representar o crescimento do emprego como um todo; o *efeito estrutural* passa a representar a mudança no emprego setorial como um resultado do crescimento do emprego nacional; o *efeito diferencial* representa a variação no emprego setorial devida a mudanças internas às ocupações.

Em particular, o efeito diferencial mostra alterações na distribuição dos empregos entre as ocupações após remover os efeitos de crescimento total e crescimento de cada um dos setores. Essa mudança na composição dos empregos dentro dos setores é atribuída às alterações nas tecnologias de produção, ao reestruturar as relações de substituição (ou complementaridade) entre capital e trabalho, decorrentes da introdução de tecnologias de automação no mercado de trabalho.

Com as estimativas de automação para a fronteira tecnológica, parte-se para a atribuição das mudanças às tarefas das ocupações e a generalização para as ocupações do Poder Executivo Federal.

3.2 Predição da propensão à automação

A abordagem adotada por esse estudo é a de atribuir o impacto da automação às tarefas que compõem cada ocupação, não diretamente à ocupação. Para isso, utiliza-se os resultados da etapa anterior para a construção do Bartik Occupational Tasks (BOT),

método que tem o objetivo de realizar a predição da propensão à automação com base nas tarefas de cada ocupação.

Para obter a informação das tarefas inerentes a cada ocupação utilizou-se a Matriz de Atividades da CBO 2002. A matriz de atividades mostra, em dois níveis de desagregação, as tarefas que constituem aquela ocupação. Por exemplo, a ocupação Administrador (252105) traz as atividades "Administrar organizações", "Elaborar planejamento organizacional", "Implementar programas e projetos", entre outras.

Técnicas de análise textual permitem ponderar os termos das atividades que constituem cada ocupação e identificar a sua contribuição para o efeito diferencial de automação estimado na etapa anterior. Com isso, pôde-se generalizar a propensão à automação para as demais ocupações com base no peso relativo das tarefas.

Para identificar o peso relativo das tarefas emprega-se a técnica *Term Frequency–Inverse Document Frequency* (TF-IDF). O valor do TF-IDF aumenta proporcionalmente à frequência em que uma palavra aparece em um extrato de texto em relação ao número de textos que contém essa palavra. Essa ponderação permite descontar a importância de termos que são comuns às tarefas de outras ocupações colocando maior ênfase nas tarefas únicas de cada ocupação. Ao somar-se os pesos relativos dos termos das tarefas, obtém-se uma medida da importância das tarefas dentro de cada ocupação.

A importância relativa da tarefa em cada ocupação é usada como variável explicativa da propensão à automação obtida do efeito diferencial. O efeito diferencial resultante é assim explicado pelas tarefas que constituem uma ocupação. Considera-se o modelo em (2) para realizar a atribuição do efeito diferencial diretamente aos termos constituintes das tarefas de cada ocupação:

$$\begin{matrix} \text{Efeito} \\ \text{Diferencial} \end{matrix} = w_{111} \text{termo}_{111} + \dots + w_{ijk} \text{termo}_{ijk} \quad (2)$$

em que o Efeito Diferencial representa a medida de automação estimada para a fronteira tecnológica, w denota os pesos encontrados para cada termo i , que constituem as tarefas j de cada ocupação k extraídos na aplicação do método TF-IDF.

A fim de encontrar o melhor método para predição, subdivide-se a amostra de 2601 ocupações em subamostras de 70% do tamanho inicial, em um conjunto de treino e um conjunto de teste. Constrói-se os modelos com dados do conjunto de treino, atribuindo um valor de importância relativa a cada uma das variáveis explicadas, e avalia-se o desempenho dos modelos frente ao conjunto de teste. O modelo selecionado é então usado para generalizar a importância relativa a todas ocupações da base de dados da CBO, com base na importância das tarefas.

O método Random Forest Regression (BREIMAN, 2001) foi selecionado a partir de avaliações de acurácia e poder preditivo confrontado com modelos de regressão linear, modelos logísticos, e demais métodos de *machine learning*, como Support Vector Machines (SVM), Support Vector Regression (SVR) e Decision Trees. O desempenho do Random Forest mostrou-se superior aos demais com uma capacidade de acertos na predição acima de 95%, considerando uma validação cruzada em 100 subamostras.

Métodos Random Forest têm se tornado populares por oferecerem bom desempenho preditivo, especialmente em contextos de estimação com grande número de variáveis (*features*) de valor zero, ou seja, uma matriz esparsa (*sparsity*) (ATHEY; IMBENS, 2019). Ao transformar as tarefas pela análise TF-IDF, a matriz resultante é esparsa, com o número de variáveis regressoras superior ao número de observações.

A partir desse procedimento, obtém-se as estimativas de propensão à automação para todas as ocupações da CBO, incluindo setor privado e público. Esse número foi padronizado entre 1 (maior propensão à automação) e 0 (menor propensão). Deve-se realizar a leitura em termos ordinais, com o objetivo de ranquear as ocupações da mais à menos provável de ser automatizada.

A classificação em relação à propensão à automação de cada ocupação depende do quartil da distribuição de propensão estimada na qual se encontra. Como em Albuquerque *et al.* (2019a), classifica-se como “Alta propensão à automação” as ocupações acima do 75º percentil; “Média-alta propensão à automação” aquelas

ocupações entre o 50º e 75º percentil; “Média-baixa” entre 25º e 50º percentil; e “Baixa” abaixo do 25º percentil.

Considera-se que esses pontos de corte não devem ser vistos como estáticos, mas como uma classificação que depende do horizonte temporal. A literatura de automação reconhece que as tecnologias avançam progressivamente sobre as ocupações ao deslocar-se o foco para uma, duas, ou três décadas à frente (FREY; OSBORNE, 2017).

3.3 Agrupamento das ocupações por similaridade

Com a finalidade de encontrar respostas para quais ocupações os servidores podem ser realocados frente a um cenário de automação, realiza-se na Seção 6 uma análise de similaridade entre as tarefas desempenhadas por diferentes ocupações. Disponibiliza-se um aplicativo de visualização para que o gestor público apoie suas decisões de realocação e retreinamento de servidores com base no grau de esforço necessário para uma realocação.

Seguindo da matriz de tarefas obtida após a aplicação do método TF-IDF, usa-se a abordagem de aprendizagem não supervisionada (*unsupervised learning*) para agrupar as ocupações de acordo com a similaridade entre as tarefas. Para isso, emprega-se o algoritmo de clusterização K-Means (HARTIGAN; WONG, 1979).

O método K-Means realiza a partição de um espaço de variáveis (*features space*) em k subespaços ou clusters. Escolhe-se o número de centroides de 1 a k que atribuem o valor do cluster com base na proximidade da observação ao centroide. Assim, cada cluster é formado pelas ocupações que minimizam a distância para o respectivo centroide (ATHEY; IMBENS, 2019). Há diferentes critérios que fundamentam a escolha do número ótimo de centroides, como *elbow method* (THORNDIKE, 1953) ou *silhouette analysis* (ROUSSEEUW, 1987), mas o critério é geralmente subjetivo.

Para mostrar ao gestor público a similaridade entre ocupações, interpreta-se o número de centroides como o grau de esforço para realocação do servidor, tendo em vista a readaptação às novas tarefas e necessidades de retreinamento para a nova função.

Assim, quanto maior o número de clusters, maior a similaridade entre as ocupações e menor o esforço de realocação. Fica a critério do gestor a seleção do nível esforço de realocação, que varia em k centroides entre 10 e 300, resultando entre 10 e 165 clusters. K 's fora desse intervalo não agregam valor à visualização.

3.4 Fontes de dados

Dentre as bases de dados relevantes para a viabilidade do estudo destaca-se a Classificação Brasileira de Ocupações (2002), a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), de responsabilidade do Ministério da Economia do Brasil, e a base de dados do Sistema Integrado de Administração de Pessoal (SIAPE).

O Sistema Integrado de Administração de Pessoal (SIAPE) centraliza o processamento da folha de pagamentos dos órgãos das administrações direta, fundacional e autárquica do poder executivo que dependem do Tesouro Nacional para as suas despesas de pessoal. O SIAPE é responsável por processar o pagamento de servidores, regidos pelo Regime Jurídico Único Federal (Lei 8.112/90), pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e regimes de contratos temporários, estágios, residência médica, entre outros. A base de dados contém informação de servidores ativos, além de aposentados e pensionistas, alocados em órgãos públicos federais em todo o território brasileiro (SIAPENET, 2020).

No presente estudo considera-se apenas os servidores civis ativos, de acordo com seu vínculo principal, de carga horária igual ou superior a 40 horas semanais em dezembro de 2017. Com esse filtro, trabalha-se com as informações de 521.701 servidores, de um total de 627.284 vínculos registrados no SIAPE.

Uma dificuldade inicial foi a de compatibilizar a nomenclatura dos cargos do SIAPE, que não seguem uma padronização em termos de código, descrição ou ortografia, resultando em 1155 variações. A fim de obter um padrão de nomenclatura, atribui-se aos cargos do Executivo Federal presentes no SIAPE os códigos e títulos das ocupações da Classificação Brasileira de Ocupações (2002), resultando em 389 ocupações diferentes.

A Classificação Brasileira de Ocupações, instituída com base legal na Portaria nº 397, de 10 de outubro de 2002, oferece atualização constante de forma a expor, com a maior fidelidade possível, as diferentes atividades profissionais que existem em todo o Brasil, considerando as profissões regulamentadas e as de livre exercício profissional (BRASIL, 2019). Assim, descreve e ordena as ocupações dentro de uma estrutura hierárquica, possibilitando que a sistematização de informações referentes à força de trabalho, de acordo com suas características ocupacionais e a natureza e conteúdo do trabalho. Descreve as funções, obrigações e tarefas que constituem cada ocupação, trazendo também o conteúdo do trabalho em termos do conjunto de conhecimentos, habilidades e requisitos exigidos para o exercício de cada ocupação (CONCLA, 2019).

Para a estimação da fronteira tecnológica de automação empregou-se os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A RAIS é reconhecida como uma das fontes estatísticas mais confiáveis sobre o mercado de trabalho formal no Brasil. Os microdados constituem um registro administrativo que pode ser visto como um censo do mercado de trabalho formal (RAIS, 2019). A RAIS é de declaração obrigatória por parte de todas as pessoas jurídicas de direito privado, incluindo as empresas públicas domiciliadas no Brasil, assim como os órgãos da administração direta e indireta dos governos federal, estadual ou municipal, inclusive as fundações supervisionadas e entidades criadas por lei, com atribuições de fiscalização do exercício das profissões liberais (RAIS, 2019).

A seção seguinte expõe os resultados encontrados para a estimação da fronteira tecnológica de automação, que serve para a construção da medida de propensão à automação com base nas tarefas das ocupações.

4 ESTIMAÇÃO DA FRONTEIRA TECNOLÓGICA DE AUTOMAÇÃO

A fim de justificar a mudança tecnológica a partir de tendências verificadas no passado recente, observou-se as mudanças ocorridas nas ocupações do setor privado do estado de São Paulo, entre 2010 e 2018.

Considera-se São Paulo como a fronteira tecnológica brasileira, por possuir segunda maior renda média entre os estados (IBGE, 2019), atuar como *hub* de contato internacional com elevado número de empresas multinacionais e do setor de tecnologia, ao concentrar 69,5% do total investido pelos estados brasileiros em pesquisa e desenvolvimento (INVESTESP, 2020) e ter 42,9% do total de trabalhadores das áreas de *hardware*, *software*, serviços, nuvem e produção de tecnologia da informação (VALOR, 2018).

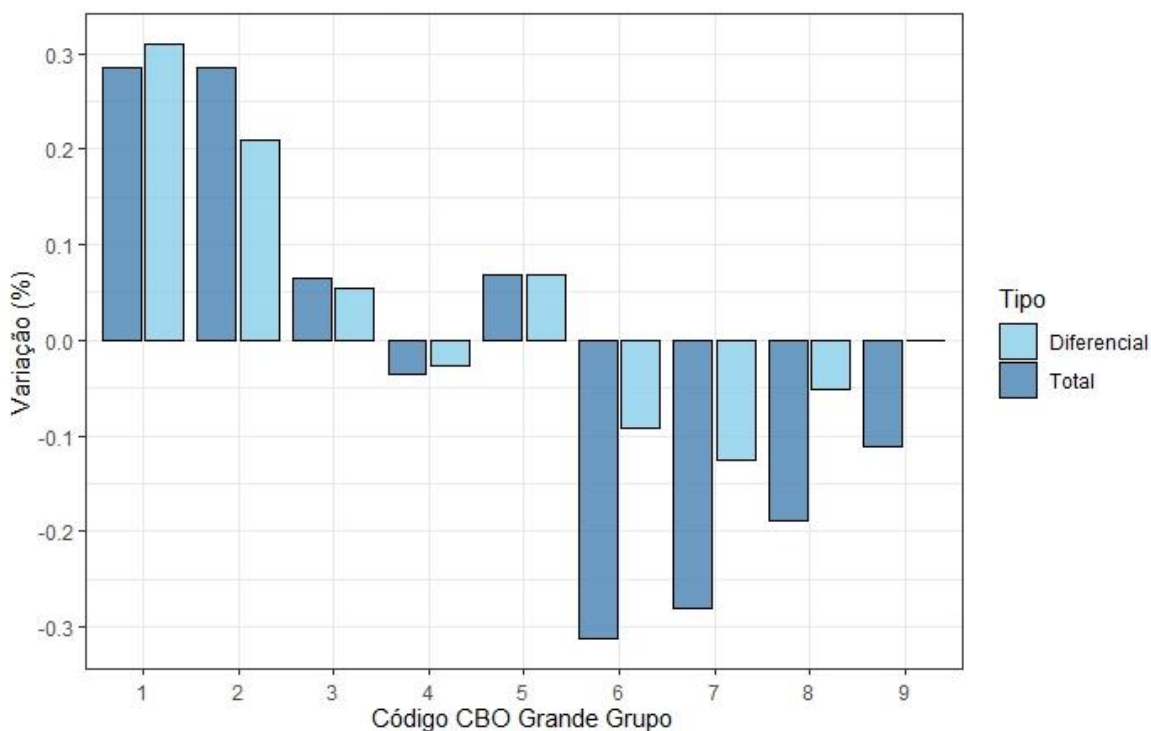
Com base na RAIS, o estado de São Paulo apresentou 18,5 milhões de vínculos em 2010, e 17 milhões de vínculos em 2018, uma variação de -5,6%. Tal decréscimo no número de empregos pode estar relacionado à elevação da taxa de desocupação em relação ao ano inicial, de acordo com tendências crescentes no desemprego observados na Pesquisa Mensal do Emprego (PME) e (IBGE, 2019).

As variações no nível de emprego não afetam de maneira homogênea os diferentes setores da economia e suas ocupações. Assim, busca-se extrair o efeito diferencial para entender a mudança na composição dos empregos dentro dos setores atribuída à introdução de tecnologias de produção automatizáveis.

A Figura 1 contrasta o crescimento do emprego verificado em cada setor (Efeito Total) com o crescimento no emprego independentemente do crescimento setorial (Efeito Diferencial). A variação Diferencial foi estimada pelo procedimento de *Shift-Share* Ocupacional exposto na subseção 3.1 da Metodologia e Dados.

Para fins de visualização, os resultados estão agregados por Grande Grupo da CBO, que considera 10 grupos de ocupações. O grupo 0, Forças Armadas, Policiais e Bombeiros Militares foi removido, já que a construção do efeito diferencial da fronteira tecnológica considera apenas os trabalhadores do setor privado.

Figura 1. Variação total e variação diferencial por Grande Grupo CBO no setor privado de São Paulo entre 2010 e 2018



Legenda – Códigos e Títulos CBO 2002 - Grande Grupo:

1 Membros superiores do poder público, dirigentes de organizações (...) de empresas e gerentes

2 Profissionais das ciências e das artes

3 Técnicos de nível médio

4 Trabalhadores de serviços administrativos

5 Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados

6 Trabalhadores agropecuários, florestais e da pesca

7 Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais (processos discretos)

8 Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais (processos contínuos)

9 Trabalhadores em serviços de reparação e manutenção

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 1 mostra que o grupo de Membros superiores do poder público, dirigentes de organizações de interesse público e de empresas e gerentes (+28,6%) foi o que mais cresceu em número total de empregos, seguido de Profissionais das ciências e das artes (+28,5%) e Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados (+6,9%). Os grupos que mostraram maior retração são os Trabalhadores agropecuários, florestais e da pesca (-31,3%), e Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais, tanto de processos discretos (-28%) quanto de processos contínuos (-18,9%).

Em termos diferenciais, o grupo de Membros superiores do poder público, dirigentes de organizações de interesse público e de empresas e gerentes mostrou maior crescimento (+31%), seguido dos Profissionais das ciências e das artes (+21%) e Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados (+6,8%).

Os grupos com maior retração diferencial foram os Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais (processos discretos) (-12,6%), Trabalhadores agropecuários, florestais e da pesca (-9,2%) e Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais (processos contínuos) (-5,2%).

Em linha com a literatura, os grupos de ocupações que estão mais sujeitos à automação agregam trabalhadores de menor qualificação e menor remuneração, com tarefas propensas à codificação dado seu caráter rotineiro (FREY; OSBORNE, 2017). Tais ocupações são mais comuns na produção de bens e serviços industriais, tanto em processos contínuos e discretos, assim como em atividades agropecuárias, florestais e da pesca.

Por outro lado, ocupações que requerem o uso de criatividade na solução de problemas e inteligência social para comunicação e interação com equipes, são apontadas como menos propensas à automação (FREY; OSBORNE, 2017). Essa tendência se reflete no crescimento diferencial verificado nos grupos que incluem os membros superiores do poder público, dirigentes e gerentes de organizações em geral, assim como profissionais da ciência e das artes.

Considera-se que os resultados obtidos para o efeito diferencial condizem com os efeitos de automação apontados por estudos realizados para os Estados Unidos e países da OCDE. Dessa forma, usa-se o efeito diferencial estimado para classificar as ocupações mais propensas à automação, atribuindo esse efeito às diferentes tarefas exercidas em cada uma das ocupações. Para isso, calcula-se o efeito diferencial para 49 subgrupos principais de ocupações, de acordo com a desagregação dada pela categorização de dois dígitos da CBO 2002. Os pesos atribuídos às tarefas pelo algoritmo de Random Forest

Regression são então usados como preditores da propensão à automação das 389 ocupações do Executivo Federal, presentes na base de dados do SIAPE.

A seção seguinte apresenta a base de dados do SIAPE para a compreensão da distribuição das ocupações no Executivo Federal, em termos da quantidade de servidores e suas características de remuneração e escolaridade, além das demais estatísticas descritivas.

5 RESULTADOS DE AUTOMAÇÃO PARA OCUPAÇÕES DO EXECUTIVO FEDERAL

Na presente seção apresenta-se a propensão à automação estimada nas seções anteriores, mostrando as estatísticas descritivas das ocupações no Executivo Federal (5.1), analisando o impacto geral da automação sobre as ocupações (5.2) e impacto da automação por órgão superior (5.3).

5.1 Estatísticas descritivas das ocupações do Executivo Federal

O Poder Executivo representa parte do arranjo republicano do Brasil, estabelecido pela Constituição Federal de 1988, ao lado do Poder Legislativo e Poder Judiciário. Além disso, o Poder Executivo é particionado em três níveis federativos: federal, estadual e municipal.

O presente estudo analisa o Poder Executivo Federal, incluindo órgãos da administração direta e indireta, a exceção de empresas estatais e sociedades de economia mista. Focou-se apenas nas ocupações exercidas por servidores civis para os quais os pagamentos são feitos por meio do Sistema Integrado de Administração de Pessoal (SIAPE).

Do total de 521.701 servidores analisados, 289.675 (55%) são do gênero masculino e 232.026 (45%) do gênero feminino. A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis quantitativas e qualitativas dos servidores analisados na pesquisa.

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos servidores na base do SIAPE – dezembro de 2017

Variável	Mínima	Mediana	Média	Máxima	Desvio Padrão
Anos de Estudo	8,00	15,00	15,35	21,00	3,68
Idade	18,00	47,00	46,70	90,00	11,65
Remuneração Mensal (R\$)	0,00	8.078,00	9.913,01	50.298,89	6.201,64

Escolaridade	Quant.	%	Idade	Quant.	%	Remuneração (em mil R\$)	Quant.	%
Fundamental	28.396	5,4	18 --- 30	42.043	8,1	0 --- 10	314.593	60,3
Médio	106.141	20,3	30 --- 50	259.273	49,7	10 --- 20	162.438	31,1
Superior	187.932	36,0	50 --- 70	218.346	41,9	20 --- 30	43.295	8,3
Mestrado ou MBA	97.937	18,8	70 --- 90	2.039	0,4	30 --- 40	1.358	0,3
Doutorado	101.295	19,4				40 --- 50	17	0,003
Total	521.701	100		521.701	100		521.701	100

Fonte: Elaboração própria.

A partir da Tabela 1 nota-se que a média de estudo é de 15,35 anos, com um mínimo de 8 anos (Ensino Fundamental completo) a um máximo de 21 anos (Doutorado). A variável de escolaridade descreve as categorias da maior titulação declarada pelo servidor. A maior parte dos servidores possui Ensino Superior completo (36%), seguido de Ensino Médio (20%), Doutorado (19%) e Mestrado/MBA (19%), e Ensino Fundamental (5%).

A idade média dos servidores é de 46,7 anos, variando entre 18 e 90 anos, com um desvio padrão de 11,65 anos. Entre 30 e 50 anos estão 49,7% dos servidores, com 41,9% entre 50 e 70 anos, 8,1% entre 18 e 30 anos, e apenas 0,4% acima de 70 anos.

A remuneração média mensal é de R\$ 9.913, com uma mediana de R\$ 8.078 e desvio padrão de R\$ 6.201,64. A maior parte dos servidores, 60,3% recebem até R\$ 10 mil, 31,1% entre R\$ 10 mil e R\$ 20 mil, 8,3% entre R\$ 20 mil e 30 mil, 0,3% entre R\$ 30 mil e R\$ 40 mil, e 0,003% acima de R\$ 40 mil. Dentre as maiores remunerações, 17 servidores receberam acima de R\$ 40 mil, nas ocupações de Ministro, Delegados e Médicos. Há 6.877 registros que apresentam salários zerados, mas que se referem a servidores que recebem seus pagamentos por sistemas alternativos ao SIAPE, por exemplo Médicos Residentes e integrantes do programa Mais Médicos.

5.2 Impacto da automação sobre as ocupações do Executivo Federal

Avalia-se na presente seção o impacto quantitativo da automação sobre as ocupações do Executivo Federal. De maneira desagregada, apresenta-se as ocupações da maior à menor propensão, bem como a quantidade e características de escolaridade e remuneração dos servidores.

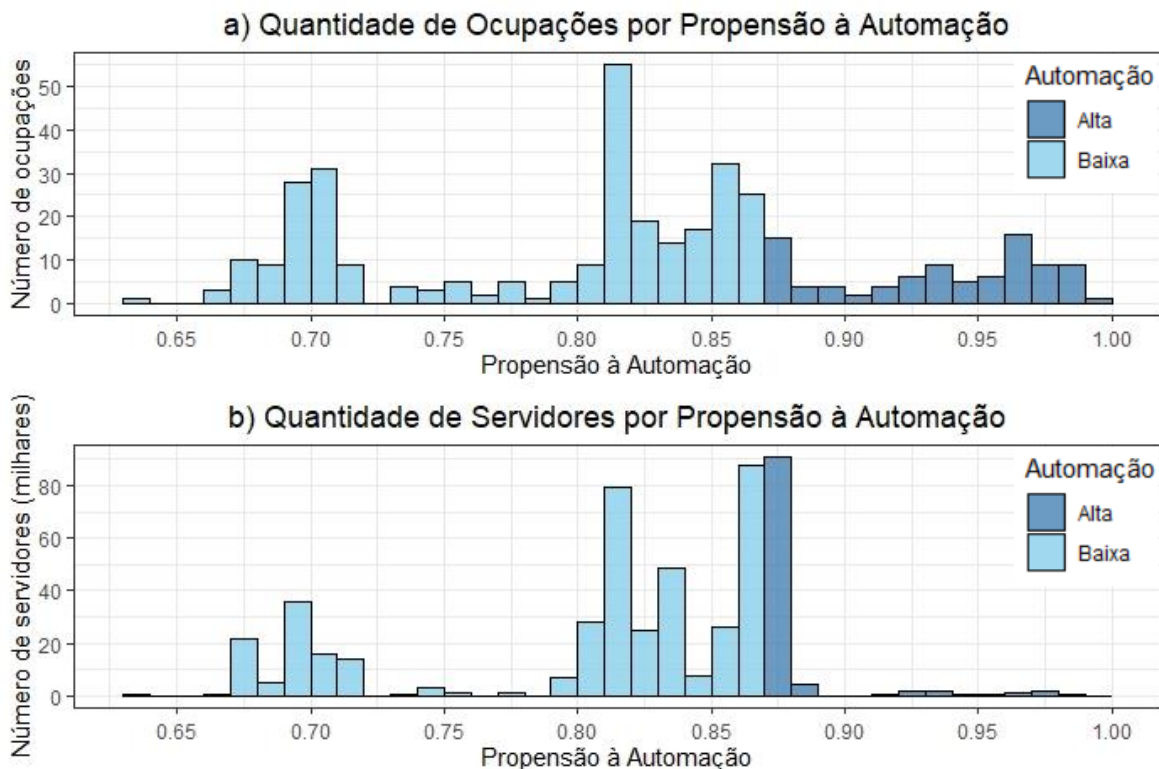
A partir das estimativas para a propensão à automação obtidas considerando a fronteira tecnológica de automação, atribui-se o rótulo de “Alta propensão à automação” às ocupações no quartil superior da distribuição de ocupações públicas, ou seja, 96 das 389 ocupações.

O resultado de propensão à automação estimado para as ocupações do Executivo Federal deve ser lido como uma escala ordinal, e não cardinal. Assim, a propensão à automação não representa a probabilidade em si, mas ordena as ocupações da maior à menor propensão à automação. Em caso de empate, considerou-se os anos de estudo médio das ocupações para diferenciá-las, com base no relato de outros autores, em que a automação tende a impactar mais as profissões de menor qualificação (FREY; OSBORNE, 2017; ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016).

A Figura 2.a) mostra a distribuição de ocupações em relação à propensão de automação, ou seja, representa o número de ocupações situadas em cada faixa. As ocupações na cor azul escuro, acima de 0,87 representam as 96 ocupações em Alta propensão à automação. Para fins de visualização, omitiu-se as 12 ocupações dispersas abaixo de 0,6.

A Figura 2.b) mostra a distribuição do número de servidores ao longo da propensão à automação. Do total de 521.701 servidores analisados, considera-se que 104.670, ou seja, 20% do total de servidores encontram-se em ocupações consideradas de alta propensão à automação, representados na porção azul mais escura do gráfico.

Figura 2. Distribuição de Ocupações e Servidores por Propensão à Automação



Fonte: Elaboração própria.

Analisando-se a distribuição dos servidores nas ocupações, com uma propensão à automação calculada entre 0,87 a 0,88 há 90.696 servidores, em 15 ocupações. Nessa faixa, encontram-se ocupações com grande quantidade de servidores, como Assistente administrativo (73.208 servidores), Auxiliar de escritório (8.022) e Datilógrafo (4.559). Isso explica o pico observado no gráfico de distribuição da quantidade (2.b). Para as ocupações entre 0,87 e 0,88 os anos médios de estudo são de 13,77, com remuneração média de R\$ 5.724,19.

De 0,88 a 0,95 são 34 ocupações, que somam 9.063 servidores. Destaca-se nessa faixa as ocupações de Motorista de furgão ou veículo similar (4.703), Trabalhador agropecuário em geral (1.511) e Auxiliar de biblioteca (1.123). Na faixa mais elevada, a partir de 0,95, são 41 ocupações, com um total de 3.932 servidores. Os anos médios de estudo nessa faixa são de 10,82, com remuneração média de R\$ 5.275,17. Destaca-se as

ocupações de Carpinteiro (687), Servente de obras (441) e Pedreiro (306). Anos médios de estudo nessa faixa são de 11,67, com uma remuneração média de R\$ 5.451,52.

Assim, ao realizar-se a comparação entre o grupo de ocupações consideradas em Alta propensão com as demais, a média de anos de estudo para as de Alta é de 13,42 anos, em relação a 15,83 para as demais. Em relação a remuneração, a média é de R\$ 5.683,05 para as ocupações de Alta, comparadas à R\$ 10.974,67 para as demais. Dessa forma, mostra-se que as ocupações em Alta propensão à automação são as que possuem menor nível de escolaridade e menor média salarial.

A Tabela 2 traz as ocupações com mais de 50 trabalhadores ordenadas de forma decrescente, a partir da mais propensa à automação. Considera-se a quantidade de servidores acima de 50 pois há diversas ocupações com um baixo número de servidores não relevantes para análise. A relação completa das 389 ocupações ordenadas pela propensão à automação pode ser encontrada em Anexos Tabela A1.

Tabela 2. Ocupações ordenadas por propensão à automação – decrescente*

Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos de Estudo	Remuneração Média	Remuneração Total (mil)
Técnico de sistemas audiovisuais	373130	0,9845	58	10,78	4.990,92	289.474
Assistente de operações audiovisuais	373145	0,9845	88	11,28	5.941,36	522.839
Operador de mídia audiovisual	373105	0,9845	51	12,78	4.629,56	236.108
Cenotécnico (cinema, vídeo, televisão, teatro e espetáculos)	374205	0,9814	89	13,76	7.545,98	671.592
Técnico em programação visual	371305	0,9780	291	16,35	7.346,29	2.137.771
Técnico gráfico	371310	0,9757	267	13,08	6.082,82	1.624.112
Armador de estrutura de concreto armado	715315	0,9736	285	12,29	7.830,41	2.231.666
Pedreiro	715210	0,9732	306	9,91	4.188,65	1.281.726
Pintor de obras	716610	0,9731	223	10,06	4.343,72	968.650
Carpinteiro	715505	0,9727	687	10,37	5.697,34	3.914.075

*Ocupações com quantidade de servidores acima de 50.

Fonte: Elaboração própria.

Mostra-se ainda a quantidade de servidores do Executivo Federal em cada ocupação, os anos médios de estudo, a remuneração média e a remuneração total desses servidores. Isto pode ser visto como o impacto orçamentário mensal (em dezembro de 2017).

Observa-se a predominância de ocupações técnicas de sistemas audiovisuais e gráfica, além de servidores da construção civil, como armador, pedreiro, pintor e carpinteiro. Em geral, são ocupações de baixa escolaridade e todas com remuneração abaixo da média de R\$ 9.913 para o total de ocupações. Essa tendência está em linha com a conclusão de outras pesquisas que consideram um maior impacto da automação sobre as profissões de menor qualificação e menor nível salarial (ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016; FREY; OSBORNE, 2017, ALBUQUERQUE *et al.*, 2019).

A Tabela 3 traz as ocupações com mais de 50 trabalhadores ordenadas de forma crescente, a partir da menos propensa à automação, com as respectivas quantidades de trabalhadores do Executivo Federal em cada ocupação, os anos médios de estudo, a remuneração média e a remuneração total desses servidores.

Tabela 3. Ocupações ordenadas por propensão à automação – crescente*

Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos de Estudo	Remuneração Média	Remuneração Total (mil)
Pesquisador de engenharia elétrica e eletrônica	203215	0,3966	453	18,99	14.453,94	6.547.634
Pesquisador de engenharia e tecnologia (outras áreas da engenharia)	203210	0,3966	198	17,04	11.750,44	2.326.588
Pesquisador em saúde coletiva	203320	0,4009	2675	19,23	16.253,15	43.477.184
Pesquisador em ciências sociais e humanas	203505	0,4060	4478	18,61	15.276,72	68.409.137
Pesquisador em ciências da educação	203515	0,4060	252	17,52	11.469,20	2.890.239
Pesquisador em metrologia	201205	0,4184	518	17,95	15.709,39	8.137.465
Perito criminal	204105	0,5590	1089	15,02	27.111,66	29.524.598
Biólogo	221105	0,6341	438	17,68	10.516,01	4.606.014
Gerente de serviços de saúde	131210	0,6638	800	17,38	13.582,34	10.865.872
Psicólogo clínico	251510	0,6704	1784	16,53	8.659,57	15.448.666

*Ocupações com quantidade de trabalhadores acima de 50.

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se dentre as ocupações com menor propensão à automação profissionais de alta escolaridade e elevada remuneração, como pesquisadores de áreas diversas, perito criminal, gerência de serviços de saúde e psicólogo clínico.

As atividades mais comuns entre os pesquisadores são as que envolvem desenvolvimento de novos materiais, produtos, processos e métodos, conforme descrição

da CBO 2002. Além disso, há atividades de identificação de oportunidades, execução de projetos de pesquisa e prestação de consultoria técnica. Essas atividades estão na fronteira do conhecimento e longe de possibilitarem uma padronização em seus processos, dada a elevada complexidade das tarefas e necessidade de elementos de criatividade e inovação para que sejam executados. Atividades de disseminação de conhecimento também são centrais às atividades de pesquisadores, ao orientar trabalhos de pesquisa, coordenar seminários, congressos e cursos em geral para capacitar equipes e futuros pesquisadores.

Ainda, entre as ocupações com mais baixa propensão à automação estão profissionais do conhecimento relacionados às ciências sociais e da saúde, como economistas, sociólogos, geógrafos, biólogos, psicólogos e antropólogos. Profissionais de engenharia, gestão e comunicação como gerentes de produção e de serviços de saúde, relações públicas, publicitários e redatores.

Essas ocupações desempenham atividades centrais para o desenvolvimento das próprias tecnologias de automação, que ao ganharem espaço e importância no mercado de trabalho, demandarão mais esforços e investimentos para a continuidade da sua evolução e disseminação pela sociedade.

5.3 Impacto da automação por órgão superior

Após a investigação das ocupações em nível desagregado, é de interesse analisar a distribuição dos impactos da automação por órgão superior do Executivo Federal. Dadas as diferenças na demanda por profissionais dentro de cada órgão, voltados para diferentes áreas como educação, saúde ou segurança, o impacto da automação é heterogêneo entre os órgãos.

O SIAPE apresenta informações para 27 órgãos superiores aos quais estão vinculados 208 órgãos que incluem: universidades e institutos federais, previdência e seguridade social, agências de inteligência e polícia, agências de controle, regulação e

fiscalização, fundações e instituições de pesquisa e fomento, entre outros órgãos da administração pública. Exclui-se da análise os militares e sociedades empresárias.

Ressalva-se a presença de Ministérios e ocupações remodeladas em anos posteriores à base de dados do SIAPE, de dezembro de 2017. A exemplo de Datilógrafo, ocupação com elevado número de servidores, mas cujos cargos vagos e que vierem a vagar ficaram extintos, com vedação de abertura de novo concurso público, a partir do Decreto nº 9.262/2018 (BRASIL, 2018).

Considerando a classificação das ocupações em alta e baixa propensão à automação empregada em seções anteriores, a Tabela 4 traz o resumo dos impactos de automação nos cinco órgãos superiores com maior número de servidores no Executivo Federal. A versão completa da Tabela 4, com todos os órgãos superiores, pode ser encontrada em Anexos Tabela A2. Para análise mais desagregada, o impacto em cada um dos 208 órgãos pode ser encontrado em Anexos Tabela A3.

Tabela 4. Impacto da automação por órgão superior do Executivo Federal - Resumida

Órgão Superior	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto. (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
MEC	47.296	252.272	18,75%	222,40	2.336,34	9,52%
MS	11.904	66.465	17,91%	72,29	473,68	15,26%
MDS	1.727	32.358	5,34%	17,00	330,52	5,14%
MF	5.295	29.815	17,76%	29,61	488,87	6,06%
MJ	3.816	29.273	13,04%	22,73	400,40	5,68%
Outros (22)	34.632	111.518	31,06%	230,81	1.141,83	20,21%
TOTAL	104.670	521.701	20,06%	594,85	5.171,62	11,50%

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 5 mostra quais são as ocupações em que os servidores são classificados como de alta propensão à automação na Tabela 4, explicando o percentual de automação encontrado. As ocupações estão ordenadas em ordem decrescente, da maior à menor quantidade total de servidores em cada órgão superior.

Tabela 5. Ocupações de alta propensão à automação por órgão superior

Órgão Superior	Ministério/Ocupação	Cód. CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos de Estudo	Remu. Média
MEC	Ministério da Educação					
	Assistente administrativo	411010	0,8708	33.418	15,01	4.854,43
	Auxiliar de escritório	411005	0,8734	6.189	13,84	4.074,02
	Auxiliar de biblioteca	371105	0,9273	1.112	14,20	2.887,19
	Trabalhador agropecuário em geral	621005	0,9346	906	11,23	4.217,52
	Motorista de furgão ou veículo similar	782310	0,8800	701	11,40	5.168,82
	Outras (73)					
MS	Ministério da Saúde					
	Assistente administrativo	411010	0,8708	8.860	13,12	6.174,66
	Motorista de furgão ou veículo similar	782310	0,8800	1.294	9,59	6.072,80
	Datilógrafo	412105	0,8713	778	11,45	5.685,39
	Auxiliar de escritório	411005	0,8734	502	12,51	5.519,28
	Digitador	412110	0,8713	116	11,92	5.646,22
	Outras (21)					
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social					
	Datilógrafo	412105	0,8713	969	11,75	10.249,53
	Motorista de furgão ou veículo similar	782310	0,8800	245	9,59	9.983,59
	Assistente administrativo	411010	0,8708	243	12,79	7.659,07
	Auxiliar de escritório	411005	0,8734	147	9,90	10.234,84
	Recreador	371410	0,9343	50	11,64	9.963,62
	Outras (16)					
MF	Ministério da Fazenda					
	Assistente administrativo	411010	0,8708	4.518	13,22	5.440,48
	Datilógrafo	412105	0,8713	375	11,87	7.097,42
	Motorista de furgão ou veículo similar	782310	0,8800	299	9,54	5.772,97
	Desenhista técnico (artes gráficas)	318405	0,8682	37	10,43	5.903,11
	Auxiliar de escritório	411005	0,8734	15	11,93	6.352,77
	Outras (13)					
MJ	Ministério da Justiça					
	Assistente administrativo	411010	0,8708	3.168	12,84	5.733,98
	Motorista de furgão ou veículo similar	782310	0,8800	247	9,65	6.680,88
	Datilógrafo	412105	0,8713	148	11,30	6.621,06
	Auxiliar de escritório	411005	0,8734	132	11,46	7.800,55
	Carpinteiro	715505	0,9727	27	8,81	7.117,43
	Outras (23)					
BR	Total do Executivo Federal			521.701	15,35	9.912,83

Fonte: Elaboração própria.

Identifica-se o Ministério da Educação (MEC) como o órgão superior com o maior número de servidores, assim como o maior número em ocupações com alta propensão à automação, com 78 de 272 ocupações que compõe o órgão. Nessas ocupações estão

47.296 do total de 252.272 servidores, ou seja, 18,75%. Em termos salariais, são 9,52% do total da remuneração em ocupações em alta propensão. Dentre as ocupações do Ministério da Educação classificadas como em alta propensão à automação estão, ordenadas pela quantidade de servidores: Assistente administrativo (33.418), Auxiliar de escritório (6.189), Auxiliar de biblioteca (1.112), Trabalhador agropecuário em geral (906), Motorista de furgão ou veículo similar (701) e Outras 73 ocupações que contém 4.970 servidores.

Essas ocupações estão abaixo da média de anos de estudo e abaixo da média de remuneração do Executivo como um todo, 15,35 anos e R\$ 9.912,83. Ainda, nota-se que Assistente administrativo, Auxiliar de escritório e Motorista de furgão ou veículo similar também ocupam posições de destaque entre as com maiores quantidades de servidores em alta propensão à automação nos demais Ministérios.

O Ministério da Saúde (MS) contém 26 das 129 ocupações em alta propensão à automação, o que representa 11.904 do total de 66.465 servidores, ou seja, 17,91%. É seguido na quantidade total de servidores por Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), com 1.727 do total de 32.358 servidores, 5,34%, do Ministério da Fazenda (MF), com 5.295 do total de 29.815 servidores, 17,76% e do Ministério da Justiça (MJ), com 3.816 do total de 29.273 servidores, 13,04%.

A última linha da Tabela 4 traz o resultado para o conjunto de todos os servidores, em que 104.670 dos 521.701 servidores analisados estão em ocupações com alta propensão à automação, ou seja, 20,06%. Em termos da remuneração em dezembro de 2017, os servidores em alta automação representam R\$ 594,85 milhões do total de R\$ 5.171,62 milhões, ou seja, 11,5% da remuneração total do Executivo Federal.

Em geral, a ênfase no impacto quantitativo revela as ocupações mais propensas à automação com maior quantidade de servidores. Essa análise complementa a análise desagregada da seção 5.2 e a literatura de automação, mostrando também que as ocupações com menores níveis médios de escolaridade e menores remunerações são mais propensas à automação.

6 SIMILARIDADE ENTRE OCUPAÇÕES DO EXECUTIVO FEDERAL

Na presente seção, aplica-se métodos de clusterização das ocupações do Executivo Federal com a finalidade de encontrar padrões que permitam agrupar as ocupações de acordo com a similaridade nas tarefas que as constituem, permitindo analisar para quais ocupações os servidores podem ser realocados frente a um cenário de automação.

A partir da Matriz de Atividades Ocupacionais da Classificação Brasileira de Ocupações 2002 (CBO 2002), realizou-se a análise TF-IDF e agrupamento pelo algoritmo *K-means clustering*, conforme descrito na seção de metodologia. Assim, 389 ocupações do Executivo Federal são classificadas de forma que as ocupações de um mesmo grupo sejam homogêneas quanto as suas atividades, e heterogêneas em relação às atividades de outros grupos.

Disponibiliza-se um aplicativo de visualização de similaridade entre ocupações do Executivo Federal para que o gestor público apoie suas decisões de realocação de servidores com base no grau de esforço necessário para uma readequação às novas tarefas. Considera-se que o gestor deseja minimizar o esforço para readequação, que é visto como o investimento em retreinamento para transposição das habilidades do servidor ao contexto de uma nova ocupação.

A ferramenta de apoio comporta duas interpretações quanto ao seu uso: na necessidade de realocação de servidor e na necessidade de preenchimento de um posto de trabalho. Primeiro, o gestor interessado em realocar um servidor ocioso ou em alta propensão à automação pode buscar quais ocupações são semelhantes e adequadas para o nível de qualificação e remuneração do servidor. Segundo, um gestor com a necessidade de preencher um posto de trabalho pode buscar nos servidores existentes alguém que exerça ocupações similares, minimizando o esforço de retreinamento e contratação de novos servidores. Como exemplo, a Figura 3 ilustra uma análise para a ocupação de Carpinteiro (código CBO 715505).

A Figura 3 apresenta a análise para a ocupação de Carpinteiro em três níveis distintos de esforço para readequação. Inicialmente, visualiza-se o menor nível de esforço,

nível 1: a ocupação de maior similaridade é de Carpinteiro (cenários) (CBO 715515). Nove atividades coincidem entre as ocupações, entre elas: "Planejar trabalho de carpintaria", "Preparar canteiro de obras", "Confeccionar fôrmas de madeira". Apenas duas são exclusivas da descrição do Carpinteiro: "Montar fôrmas metálicas" e "Montar portas e esquadrias". Remuneração média e anos de estudo confirmam a similaridade entre servidores dessas ocupações.

Para tornar a análise mais abrangente, eleva-se o nível de esforço de readequação para o nível 2: inclui-se os servidores Eletricista de instalações (715615) e Eletricista de instalações (cenários) (715605). As ocupações contêm tarefas de "Planejar serviços elétricos", "Realizar instalações elétricas prediais", "Fazer instalação industrial", além de atividades de manutenção preventiva e correção.

Em nível 3, adiciona-se quatro novas ocupações: Pedreiro (715210), Armador de estrutura de concreto (715305), Armador de estrutura de concreto armado (715315) e Operador de máquinas de construção civil e mineração (715125). De modo geral, essas ocupações têm em comum atividades de preparação de máquinas e equipamentos, preparação e manipulação de ferragens e armações, construção de fundações e estruturas de alvenaria.

Em caso de necessidade do gestor, pode-se estender a análise até o nível 7. Quanto mais elevado o nível, mais generalista se torna a análise, agrupando ocupações de diferentes setores e cada vez mais heterogêneas entre si. Por exemplo, para o Carpinteiro, o nível 7 traz 35 ocupações, incluindo: Servente de obras (717020), Pintor de obras (716610), Encanador (714110), Marceneiro (711105). Inclui também ocupações além da construção civil, como Soldador (724315), Impressor (serigrafia) (766205) e Costureira de peças sob encomenda (763010).

Figura 3. Aplicativo de Similaridade entre Ocupações do Executivo Federal

Escolha uma ocupação:

Carpinteiro

Selecione o esforço para readequação:



CBO2002	Título da Ocupação	Propensão à Automação	Número de Servidores	Anos de Estudo	Remuneração Média (R\$)
715505	Carpinteiro	Alta	687	10.37	5697.34
715515	Carpinteiro (cenários)	Alta	1	11	5703.83

Selecione o esforço para readequação:



CBO2002	Título da Ocupação	Propensão à Automação	Número de Servidores	Anos de Estudo	Remuneração Média (R\$)
715505	Carpinteiro	Alta	687	10.37	5697.34
715615	Eletricista de instalações	Alta	93	11.31	4209.2
715605	Eletricista de instalações (cenários)	Alta	2	13	4256.15
715515	Carpinteiro (cenários)	Alta	1	11	5703.83

Selecione o esforço para readequação:



CBO2002	Título da Ocupação	Propensão à Automação	Número de Servidores	Anos de Estudo	Remuneração Média (R\$)
715505	Carpinteiro	Alta	687	10.37	5697.34
715210	Pedreiro	Alta	306	9.91	4188.65
715315	Armador de estrutura de concreto armado	Alta	285	12.29	7830.41
715615	Eletricista de instalações	Alta	93	11.31	4209.2
715125	Operador de máquinas de construção civil e mineração	Alta	23	10.52	4496.14
715305	Armador de estrutura de concreto	Alta	11	10.45	4558.92
715605	Eletricista de instalações (cenários)	Alta	2	13	4256.15
715515	Carpinteiro (cenários)	Alta	1	11	5703.83

Fonte: Elaboração própria.

A avaliação da possibilidade de realocação de um servidor é, em última análise, subjetiva por parte do gestor e dependente do contexto específico. O aplicativo constitui ferramenta de apoio à tomada de decisão ao oferecer uma medida da similaridade entre tarefas, escolaridade e remuneração média em cada ocupação, mas não objetiva automatizar esse julgamento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa apresentou a construção de algoritmos preditivos da propensão à automação das ocupações do Poder Executivo Federal no Brasil, possibilitando a análise do impacto quantitativo da automação por ocupações e órgãos do funcionalismo público. Como contribuição do estudo destaca-se a proposição de metodologia de estimação de propensão à automação com base na fronteira tecnológica a partir do efeito diferencial calculado para o mercado de trabalho privado do estado de São Paulo, entre 2010 e 2018.

A partir das tendências de automação encontradas para as ocupações no setor privado, mostrou-se que 104.670 dos 521.701 servidores do Executivo Federal desempenham ocupações de alta propensão à automação. Assim, 20% do total de servidores encontram-se em ocupações com elevado potencial a terem suas tarefas atribuídas à sistemas automatizados nas próximas décadas.

As ocupações com maior propensão à automação são ocupações técnicas de sistemas audiovisuais e gráfica, além de servidores da construção civil, como armador, pedreiro, pintor e carpinteiro. Em geral, essas ocupações possuem baixa escolaridade e remuneração abaixo da média, de R\$ 9.913. Essa conclusão está em linha com a literatura que considera um maior impacto da automação sobre as profissões de menor qualificação e menor nível salarial (ARNTZ; GREGORY; ZIERAHN, 2016; FREY; OSBORNE, 2017, ALBUQUERQUE *et al.*, 2019a).

As ocupações com baixa propensão à automação são as constituídas por pesquisadores e profissionais relacionados às ciências naturais, sociais e da saúde, como

engenheiros, economistas, sociólogos, geógrafos, biólogos, psicólogos e antropólogos. Ainda, há profissionais de gestão e comunicação como gerentes de produção e de serviços de saúde, relações públicas, publicitários e redatores. Essas ocupações são consideradas de alta qualificação e alta remuneração.

O impacto quantitativo da automação no setor público mostrou-se expressivo devido ao grande número de profissionais em ocupações de alta propensão à automação, como assistentes administrativos, auxiliares de escritório, de biblioteca e motoristas. Em termos orçamentários, relativo a dezembro de 2017, os servidores em alta automação receberam remuneração de R\$ 594,85 milhões do total de R\$ 5,17 bilhões, ou seja, 11,5%.

Por fim, disponibilizou-se um aplicativo de visualização de similaridade entre as ocupações do Executivo Federal como ferramenta de apoio na tomada de decisão sobre realocação de servidor e na necessidade de preenchimento de um posto de trabalho. A ferramenta permite que o gestor minimize o esforço para readequação, que é visto como o investimento em treinamento para transposição das habilidades do servidor ao contexto de uma nova ocupação.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D.; AUTOR, D. Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In: **Handbook of Labor Economics** (Vol. 4), 2011.

ALBUQUERQUE, P. H. M.; SAAVEDRA, C. A. P. B.; MORAIS, R. L. de; ALVES, P. F.; PENG, Yaohao. Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. **Texto para Discussão 2457**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2019b.

ALBUQUERQUE, P. H. M.; SAAVEDRA, C. A. P. B.; MORAIS, R. L. de; PENG, Yaohao. The Robot from Ipanema goes Working: Estimating the Probability of Jobs Automation in Brazil, **Latin American Business Review**, 20:3, 227-248, 2019b.

ARNTZ, Melanie; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich. The risk of automation for jobs in OECD countries. **OECD Social, Employment and Migration Working Papers**, No. 189. Paris: OECD Publishing, 2016.

ARNTZ, Melanie; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich. Revisiting the risk of automation. **Economics Letters**, v. 159, p. 157-160, 2017.

ATHEY, S.; IMBENS, G. W. Machine learning methods that economists should know about. **Annual Review of Economics**, v. 11, p. 685-725, 2019.

AUTOR, D., KATZ, L. F.; KEARNEY, M. S. The polarization of the US labor market. **The American economic review**, v. 96, n. 2, p. 189-194, 2006.

AUTOR, D. The polarization of job opportunities in the US labor market: Implications for employment and earnings. **Center for American Progress and The Hamilton Project 6**, p. 11-19, 2010.

AUTOR, D. Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. **Journal of Economic Perspectives**, v. 29, n. 3, p. 3-30, 2015.

BARTIK, T. J. **Who Benefits from State and Local Economic Development Policies?** Kalamazoo, Michigan: W. E. Upjohn Institute for Employment Research, 1991.

BLANCHARD, O. J; KATZ, L. F. Regional Evolutions. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 1, p. 1-75, 1992.

BLINDER, A. S. How many US jobs might be offshorable? **World Economics**, v. 10, n. 2, p. 41-78, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 9.262, de 9 de janeiro de 2018**. Extingue cargos efetivos vagos e que vierem a vagar dos quadros de pessoal da administração pública federal, e veda abertura de concurso público e provimento de vagas adicionais para os cargos que especifica. Diário Oficial da União, v. 7, p. 5-42, 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)**. Portal Emprega Brasil, 2019. Disponível em: <https://empregabrasil.mte.gov.br/76/cbo/>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

BREIMAN, L. Random Forests. **Machine Learning**, v. 45(1), p. 5-32, 2001.

BRYNJOLFSSON, E.; McAFFEE, A. **The second machine age**: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. WW Norton & Company, 2014.

CONCLA, COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO. **Classificação Brasileira de Ocupações – CBO**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/ocupacao/classificacao-brasileira-de-ocupacoes.html> . Acesso em: 22 de jun. 2020.

DUNN, E. S. A statistical and analytical technique for regional analysis. **Papers in Regional Science**, v. 6, n. 1, p. 97-112, 1960.

FIRPO, S.; FORTIN, N. M.; LEMIEUX, T. Occupational tasks and changes in the wage structure. **IZA Discussion Paper**, n. 5542, 2011.

FREY, Carl B.; OSBORNE, Michael A. The Future of Employment: how susceptible are jobs to computerisation? **Technological forecasting and social change**, v. 114, p. 254-280, 2017.

GOLDIN, C.; KATZ, L. F. The Origins of Technology-Skill Complementarity. **The Quarterly Journal of Economics**, 113(3), 693-732, 1998.

GOOS, M.; MANNING, A. Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. **Review of Economics and Statistics** 89(1): 118-33. 2007.

GOOS, M., MANNING, A.; SALOMONS, A. Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. **American Economic Review**, 104(8): 2509-26. 2014.

GRILICHES, Z. Capital-Skill Complementarity. **The Review of Economics and Statistics**, 51(4), 465-468, 1969.

HARTIGAN, J. A.; WONG, M. A. Algorithm AS 136: A K-means clustering algorithm. **Applied Statistics**, 28, p. 100-108, 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html>. Acesso em: jun. 2020.

INVESTESP. Por que SP. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/por-que-sp/>. Acesso em: 15 de jun. de 2020.

JAIMOVICH, N.; SIU, H. E. Job polarization and jobless recoveries. Technical Report, NBER Working Paper No. 18334. **National Bureau of Economic Research**. 2012.

JENSEN, J. B.; KLETZER, L. G. Measuring the task content of offshorable services jobs, tradable services and job loss. **Labor in the New Economy**, p. 309-335, 2010.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. Macmillan, 2011.

KAPLAN, A.; HAENLEIN, M. Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. **Business Horizons**, 63(1), p. 37-50, 2020.

KELLY, K. **The inevitable**: understanding the 12 technological forces that will shape our future. Penguin Books, 2017.

KUBOTA, L. C.; MACIENTE, A. N. Propensão à automação das tarefas ocupacionais no Brasil. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 61. Brasília: IPEA, 2019.

LEE, A. DeepMind has finally thrashed humans at StarCraft for real. **Wired**, 2019. Disponível em: <https://www.wired.co.uk/article/deepmind-starcraft-alphastar>. Acesso em: 17 de jun. 2020.

LOPEZ, F.; GUEDES, E. **Três Décadas de Evolução do Funcionalismo Público no Brasil (1986 – 2017): Atlas do Estado Brasileiro**, v. 2.6.4. IPEA, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasestado/download/154/tres-decadas-de-funcionalismo-brasileiro-1986-2017> . Acesso em: 22 de jun. 2020.

MACEDO, G.; MONASTERIO, L. Local multiplier of industrial employment: Brazilian mesoregions (2000-2010). **Brazilian Journal of Political Economy**, 36(4), 827-839, 2016.

MACIENTE, A. N.; RAUEN, C. V.; KUBOTA, L. C. Tecnologias digitais, habilidades ocupacionais e emprego formal no Brasil entre 2003 e 2017. **Mercado de Trabalho: conjuntura e análise**, v. 66. Brasília: IPEA, 2019.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **A Future That Works**: automation, employment, and productivity. McKinsey & Company, 2017.

Mercado de tecnologia movimentou R\$ 467,8 bilhões no Brasil em 2017. **Valor Econômico**, 20 de abril de 2018. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2018/04/20/mercado-de-tecnologia-movimentou-r-4678-bilhoes-no-brasil-em-2017.ghtml>. Acesso em: 15 de jun. 2020.

O*NET. **Content Model Reference**. O*NET Resource Center. 2019. [<https://www.onetcenter.org/content.html>]

RAIS, RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS. **Manual de Orientação da RAIS – ano-base 2018**. Brasília: MTb, SPES, 2019.

ROUSSEEUW, P. J. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. **Journal of computational and applied mathematics**, v. 20, p. 53-65, 1987.

SIAPENET. **Portal Siapenet**. Apresentação. Disponível em: www.siapenet.gov.br/portal/servico/Apresentacao.asp. Acesso em: 13 maio 2020.

SPITZ-OENER, A. Technical change, job tasks, and rising educational demands: looking outside the wage structure. **Journal of Labor Economics**, v. 24, n. 2, p. 235-270, 2006.

THORNDIKE, R.L. Who belongs in the family? **Psychometrika**, v. 18, p. 267-276, 1953.

TURING, A. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, v. 59, n. 236, p. 433-460, 1950.

WEF, WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs**: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, 2016.

ANEXOS

Tabela A1. Ocupações ordenadas por propensão à automação – Completa

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
1	Conservador de via permanente (trilhos)	991105	0,9941	1	11,00	2.543,34
2	Produtor de plantas ornamentais	612420	0,9871	16	14,50	5.948,91
3	Projetista de som	374120	0,9854	40	12,70	4.710,36
4	Dj (disc jockey)	374145	0,9854	1	11,00	5.272,72
5	Técnico de sistemas audiovisuais	373130	0,9845	58	10,78	4.990,92
6	Assistente de operações audiovisuais	373145	0,9845	88	11,28	5.941,36
7	Operador de mídia audiovisual	373105	0,9845	51	12,78	4.629,56
8	Cenotécnico (cinema, vídeo, televisão, teatro)	374205	0,9814	89	13,76	7.545,98
9	Maquinista de cinema e vídeo	374210	0,9814	1	15,00	4.857,57
10	Coordenador de programação	373140	0,9813	13	12,85	10.678,40
11	Montador de filmes	374420	0,9791	1	8,00	11.823,84
12	Técnico em programação visual	371305	0,9780	291	16,35	7.346,29
13	Forneiro na fundição de vidro	823215	0,9776	7	11,14	5.500,90
14	Técnico gráfico	371310	0,9757	267	13,08	6.082,82
15	Armador de estrutura de concreto	715305	0,9736	11	10,45	4.558,92
16	Armador de estrutura de concreto armado	715315	0,9736	285	12,29	7.830,41
17	Pedreiro	715210	0,9732	306	9,91	4.188,65
18	Pintor de obras	716610	0,9731	223	10,06	4.343,72
19	Carpinteiro	715505	0,9727	687	10,37	5.697,34
20	Servente de obras	717020	0,9679	441	9,87	3.439,29
21	Mestre (construção civil)	710205	0,9658	192	11,55	6.036,37
22	Operador de máquinas de construção civil e	715125	0,9657	23	10,52	4.496,14
23	Iluminador (televisão)	372110	0,9653	13	9,15	5.097,76
24	Operador de câmera de televisão	372115	0,9653	107	12,96	4.794,50
25	Diretor de fotografia	372105	0,9653	27	15,96	9.209,05
26	Carpinteiro (cenários)	715515	0,9634	1	11,00	5.703,83
27	Impressor (serigrafia)	766205	0,9623	130	11,51	5.186,68
28	Impressor digital	766230	0,9623	15	12,00	5.436,39
29	Impressor tipográfico	766250	0,9623	2	13,00	6.302,48
30	Seleiro	768325	0,9622	1	15,00	4.406,88
31	Estofador de móveis	765235	0,9621	2	9,50	4.168,12
32	Linotipista	768610	0,9616	7	10,29	5.496,05
33	Tipógrafo	768605	0,9616	21	12,43	5.397,43
34	Contramestre de acabamento (indústria	760105	0,9610	240	10,74	4.502,55
35	Vidraceiro	716305	0,9604	5	8,00	4.180,04
36	Gravador, à mão (encadernação)	768705	0,9583	65	11,71	5.626,55
37	Editor de texto e imagem	766120	0,9582	179	14,21	5.096,14
38	Confeccionador de instrumentos de corda	742115	0,9559	2	11,00	3.848,20
39	Afinador de instrumentos musicais	742105	0,9556	16	14,63	4.066,62
40	Transformador de tubos de vidro	752120	0,9552	6	11,17	3.433,46
41	Operador de projetor cinematográfico	374305	0,9516	1	8,00	3.265,42
42	Costureira de peças sob encomenda	763010	0,9476	76	10,79	4.588,51

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
43	Operador de máquinas-ferramenta	721215	0,9420	18	12,06	5.827,70
44	Soldador	724315	0,9413	64	10,55	4.479,61
45	Encanador	724110	0,9406	184	10,42	4.340,31
46	Pintor de estruturas metálicas	723315	0,9403	41	13,61	8.292,57
47	Serralheiro	724440	0,9390	7	9,29	3.457,77
48	Trabalhador volante da agricultura	622020	0,9389	1	8,00	3.355,96
49	Jardineiro	622010	0,9389	201	10,52	4.261,24
50	Trabalhador da pecuária (bovinos corte)	623110	0,9385	5	8,00	4.701,56
51	Eletricista de instalações	715615	0,9383	93	11,31	4.209,20
52	Ajustador mecânico	725010	0,9362	11	10,00	4.436,44
53	Trabalhador agropecuário em geral	621005	0,9346	1511	10,30	4.400,88
54	Recreador	371410	0,9343	127	12,52	8.082,35
55	Eletricista de instalações (cenários)	715605	0,9316	2	13,00	4.256,15
56	Auxiliar de biblioteca	371105	0,9273	1123	14,19	2.915,83
57	Radiotelegrafista	372210	0,9269	36	10,67	6.262,56
58	Reparador de aparelhos eletrodomésticos	954205	0,9265	16	11,88	3.297,89
59	Trabalhador da manutenção de edificações	514325	0,9260	1	8,00	5.487,02
60	Metrologista	352305	0,9260	388	14,89	9.036,12
61	Trabalhador polivalente do curtimento de	762005	0,9232	1	8,00	4.615,32
62	Supervisor de embalagem e etiquetagem	780105	0,9178	53	9,68	5.158,40
63	Marceneiro	771105	0,9164	168	10,71	4.233,59
64	Técnico em turismo	354805	0,9151	4	15,00	10.200,27
65	Agente de recrutamento e seleção	351315	0,9104	38	13,24	9.383,71
66	Operador de caldeira	862120	0,9019	79	12,08	4.313,98
67	Operador de central hidrelétrica	861105	0,9016	6	13,00	4.231,31
68	Operador de estação de tratamento de água e	862305	0,8990	51	12,98	3.760,11
69	Guia florestal	632005	0,8939	8	11,25	4.172,59
70	Alimentador de linha de produção	784205	0,8928	36	12,19	5.311,91
71	Supervisor de operação elétrica (geração,	860115	0,8913	1	11,00	9.377,58
72	Moço de convés (marítimo e fluviário)	782715	0,8832	4	9,50	3.424,50
73	Marinheiro auxiliar de convés (marítimo e	782730	0,8823	5	8,00	3.402,82
74	Moço de máquinas (marítimo e fluviário)	782720	0,8805	1	11,00	5.178,54
75	Motorista de furgão ou veículo similar	782310	0,8800	4703	9,74	5.872,57
76	Marinheiro auxiliar de máquinas (marítimo e	782735	0,8797	37	8,73	4.023,21
77	Operador de máquina copiadora (exceto	415130	0,8794	222	11,82	5.324,75
78	Açougueiro	848510	0,8768	21	9,71	4.143,97
79	Operador de triagem e transbordo	415210	0,8739	3	13,67	10.082,23
80	Auxiliar de estatística	411035	0,8734	3803	12,92	8.322,68
81	Auxiliar de escritório	411005	0,8734	8022	13,44	4.539,06
82	Conferente de carga e descarga	414215	0,8734	4	13,00	3.972,75
83	Apontador de mão-de-obra	414205	0,8733	24	11,46	4.457,46
84	Armazenista	414110	0,8732	103	10,60	4.423,80
85	Almoxarife	414105	0,8732	168	12,51	5.618,16
86	Operador de mensagens de	412115	0,8713	5	11,00	5.214,91
87	Datilógrafo	412105	0,8713	4559	11,45	6.928,73

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
88	Digitador	412110	0,8713	204	11,92	5.937,68
89	Arquivista de documentos	415105	0,8711	313	14,74	4.729,06
90	Assistente administrativo	411010	0,8708	73208	14,01	5.652,69
91	Técnico de mineração	316305	0,8684	91	12,65	7.140,22
92	Desenhista técnico (artes gráficas)	318405	0,8682	477	11,82	6.321,94
93	Técnico em soldagem	314620	0,8681	18	15,00	6.612,18
94	Programador de sistemas de informação	317110	0,8668	194	13,41	7.388,30
95	Programador de multimídia	317120	0,8668	34	14,82	6.995,14
96	Professor de educação física no ensino	232120	0,8664	7	11,57	10.628,02
97	Desenhista técnico (cartografia)	318110	0,8663	17	12,88	5.684,51
98	Desenhista técnico (arquitetura)	318105	0,8663	141	14,27	5.763,93
99	Barbeiro	516105	0,8656	1	15,00	4.724,43
100	Técnico em geologia	316110	0,8656	17	14,35	5.787,83
101	Instrutor de aprendizagem e treinamento	233215	0,8648	3	15,00	12.057,34
102	Topógrafo	312320	0,8644	48	11,65	5.699,89
103	Técnico em geodésia e cartografia	312310	0,8644	98	12,81	6.173,18
104	Técnico em agrimensura	312305	0,8644	26	14,15	4.930,29
105	Supervisor de ensino	239430	0,8637	3	15,00	10.800,07
106	Orientador educacional	239410	0,8637	5615	16,26	8.634,45
107	Padeiro	848305	0,8632	33	12,36	3.868,97
108	Contínuo	412205	0,8628	664	11,48	5.161,64
109	Técnico de meteorologia	311510	0,8627	245	11,21	6.226,18
110	Técnico de utilidade (produção e	311515	0,8627	2	13,00	10.967,25
111	Auxiliar de contabilidade	413110	0,8610	46	11,74	5.962,67
112	Professor de ensino superior na área de	234520	0,8609	79438	20,16	12.954,04
113	Técnico em hidrografia	312315	0,8608	19	14,37	5.125,38
114	Eletrotécnico	313105	0,8606	2	11,00	5.469,37
115	Técnico eletricista	313130	0,8606	514	11,34	6.398,30
116	Técnico em curtimento	311115	0,8599	5	10,60	6.953,16
117	Técnico químico	311105	0,8599	10558	14,89	4.951,12
118	Técnico de estradas	312205	0,8598	15	13,67	6.330,81
119	Técnico de saneamento	312210	0,8590	590	11,25	6.278,17
120	Cozinheiro (conservação de alimentos)	841408	0,8589	20	10,80	4.691,68
121	Juiz de direito	111325	0,8569	7	15,00	22.458,58
122	Desenhista detalhista	318015	0,8569	266	12,07	6.629,41
123	Desenhista copista	318010	0,8569	5	12,20	4.049,65
124	Desenhista técnico	318005	0,8569	2	13,00	6.910,37
125	Dirigente do serviço público federal	111405	0,8550	12480	13,72	4.665,60
126	Autor-roteirista	261505	0,8547	9	15,78	9.652,26
127	Produtor cinematográfico	262110	0,8547	20	13,20	10.657,30
128	Tecnólogo em produção audiovisual	262135	0,8547	436	14,15	4.072,37
129	Produtor cultural	262105	0,8547	195	16,48	9.575,54
130	Editor	261120	0,8544	8	14,50	10.258,34
131	Produtor de texto	261130	0,8544	4	15,00	10.649,97
132	Repórter (exclusive rádio e televisão)	261135	0,8544	3	15,00	11.260,30

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
133	Revisor de texto	261140	0,8544	242	16,38	7.353,47
134	Jornalista	261125	0,8544	19	16,58	7.657,53
135	Cenógrafo de tv	262325	0,8544	6	15,67	6.755,64
136	Diretor de arte	262330	0,8544	36	16,36	8.426,08
137	Diretor de programas de televisão	262215	0,8542	27	15,04	9.707,35
138	Coreógrafo	262815	0,8535	22	17,27	9.782,71
139	Cenógrafo de eventos	262315	0,8533	11	15,36	9.336,80
140	Artista (artes visuais)	262405	0,8527	22	12,27	6.668,15
141	Conservador-restaurador de bens culturais	262415	0,8527	44	15,50	4.885,67
142	Desenhista industrial gráfico (designer	262410	0,8527	15	17,00	12.821,22
143	Técnico mecânico (calefação, ventilação e	314115	0,8527	84	12,64	5.409,35
144	Técnico mecânico	314110	0,8527	954	13,29	5.805,81
145	Salva-vidas	517115	0,8506	1	11,00	5.471,56
146	Bombeiro civil	517110	0,8506	25	13,16	6.262,35
147	Fotógrafo	261805	0,8503	39	14,15	4.022,02
148	Cabeleireiro	516110	0,8496	1	11,00	5.272,72
149	Pirotécnico	812105	0,8492	62	14,19	9.280,06
150	Professor de nível médio no ensino	331305	0,8489	388	16,21	3.565,79
151	Técnico de manutenção eletrônica (circuitos	313210	0,8479	485	13,43	5.286,08
152	Técnico em manutenção de equipamentos de	313220	0,8479	1	15,00	3.915,90
153	Lavadeiro, em geral	516305	0,8477	17	12,88	3.545,57
154	Intérprete	261410	0,8476	1	8,00	7.198,09
155	Tradutor	261420	0,8476	930	14,89	3.502,00
156	Auxiliar nos serviços de alimentação	513505	0,8463	511	11,24	5.077,95
157	Técnico em administração	351305	0,8462	946	12,61	9.514,36
158	Técnico em instrumentação	313410	0,8448	14	13,50	4.210,28
159	Operador de equipamento de destilação de	811425	0,8440	4	10,50	5.568,69
160	Músico regente	262615	0,8431	16	15,88	7.596,20
161	Decorador de interiores de nível superior	262905	0,8404	2	17,00	11.086,22
162	Documentalista	261210	0,8401	156	14,65	8.458,46
163	Analista de informações (pesquisador de	261215	0,8401	702	15,22	13.525,03
164	Bibliotecário	261205	0,8401	3300	16,42	8.117,34
165	Técnico do mobiliário	319205	0,8396	47	11,94	6.675,78
166	Teólogo	263115	0,8390	1	17,00	13.777,26
167	Operador de caixa	421125	0,8382	1	11,00	5.558,42
168	Telefonista	422205	0,8368	684	12,42	6.232,65
169	Entrevistador censitário e de pesquisas	424105	0,8367	111	12,23	1.149,17
170	Recepcionista, em geral	422105	0,8366	1393	11,85	5.560,76
171	Recepcionista de consultório médico ou	422110	0,8366	83	13,07	4.417,87
172	Locutor de mídias audiovisuais	261715	0,8358	25	14,00	6.523,16
173	Professor de nível médio no ensino	331205	0,8355	44254	19,45	11.668,12
174	Operador de rádio-chamada	422220	0,8354	14	11,36	4.373,89
175	Auxiliar de desenvolvimento infantil	331110	0,8351	57	14,32	3.787,68
176	Inspetor de alunos de escola pública	334110	0,8343	57	12,51	6.638,22
177	Arquivista	261305	0,8336	682	15,64	8.410,44

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
178	Técnico de telecomunicações (telefonia)	313315	0,8300	900	12,48	7.976,61
179	Faxineiro	514320	0,8289	11083	10,04	4.559,19
180	Analista de exportação e importação	354305	0,8256	419	15,08	22.303,98
181	Técnico em secretariado	351505	0,8253	798	14,66	5.003,94
182	Músico intérprete instrumentista	262710	0,8250	20	16,80	10.118,69
183	Museólogo	261310	0,8246	79	16,39	7.570,17
184	Auxiliar de farmácia de manipulação	515210	0,8242	58	12,83	3.911,91
185	Auxiliar de manutenção predial	514310	0,8241	12	9,33	5.529,07
186	Auxiliar de veterinário	519305	0,8239	104	12,96	4.373,45
187	Auxiliar de laboratório de análises clínicas	515215	0,8230	1083	11,92	4.672,37
188	Lavador de roupas a maquina	516310	0,8226	256	10,59	3.279,64
189	Técnico de contabilidade	351105	0,8225	3320	13,85	6.481,61
190	Agente de polícia federal	517205	0,8223	5825	14,61	15.643,34
191	Organizador de evento	354820	0,8222	4	13,00	10.725,61
192	Técnico em manutenção de máquinas	314410	0,8221	7	11,14	6.234,84
193	Cozinheiro de embarcações	513225	0,8217	5	9,80	2.986,18
194	Cozinheiro geral	513205	0,8217	413	11,61	5.078,30
195	Técnico em segurança do trabalho	351605	0,8211	260	13,92	3.662,74
196	Mecânico de manutenção de veículos	914305	0,8209	955	10,94	6.699,15
197	Supervisor de vigilantes	510310	0,8204	3	12,33	5.811,44
198	Policial rodoviário federal	517210	0,8198	10167	13,96	13.182,61
199	Maquiador	516125	0,8197	1	8,00	5.744,00
200	Lavador de roupas	516405	0,8196	4	10,25	3.751,10
201	Técnico em manutenção de equipamentos e	915305	0,8194	697	11,91	4.132,71
202	Garçom	513405	0,8186	23	9,83	4.019,92
203	Copeiro	513425	0,8186	525	10,94	4.291,69
204	Atendente de lanchonete	513435	0,8186	12	10,58	4.561,91
205	Ascensorista	514105	0,8185	1	17,00	5.375,75
206	Auxiliar em saúde bucal	322415	0,8181	53	12,23	5.655,98
207	Protético dentário	322410	0,8181	59	13,15	5.283,70
208	Técnico em saúde bucal	322405	0,8181	45	14,33	4.742,76
209	Papiloscopista policial	351815	0,8181	536	14,68	14.870,67
210	Vigia florestal	517320	0,8181	1	15,00	2.728,24
211	Auxiliar de enfermagem	322230	0,8181	14720	12,30	4.678,81
212	Técnico de enfermagem	322205	0,8181	5046	14,03	5.141,43
213	Técnico de enfermagem do trabalho	322215	0,8181	9	14,11	5.972,42
214	Monitor de dependente químico	515315	0,8180	17	8,71	5.787,51
215	Agente de ação social	515310	0,8180	1	11,00	3.056,95
216	Educador social	515305	0,8180	83	14,90	11.367,00
217	Atendente de enfermagem	515110	0,8180	141	10,40	5.113,61
218	Vigia	517420	0,8180	82	9,00	4.284,31
219	Porteiro de edifícios	517410	0,8180	4740	10,09	5.520,90
220	Fiscal de loja	517425	0,8180	30	12,73	14.716,07
221	Camareiro de hotel	513315	0,8178	63	11,37	3.349,96
222	Camareira de teatro	513305	0,8178	2	14,00	2.640,39

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
223	Agente de segurança	517310	0,8177	1	11,00	2.739,61
224	Vigilante	517330	0,8177	4753	11,63	6.747,90
225	Agente de segurança penitenciária	517315	0,8177	204	11,81	12.462,33
226	Administrador de edifícios	510110	0,8177	242	13,36	3.575,90
227	Visitador sanitário	515120	0,8177	721	12,02	6.629,44
228	Agente comunitário de saúde	515105	0,8177	28	13,21	5.925,66
229	Massoterapeuta	322120	0,8176	1	11,00	10.369,27
230	Agente de combate às endemias	515140	0,8175	9902	10,70	5.976,27
231	Agente indígena de saúde	515125	0,8174	519	13,50	7.029,54
232	Técnico em nutrição e dietética	325210	0,8173	361	12,65	4.439,18
233	Técnico de alimentos	325205	0,8173	163	15,53	4.412,49
234	Técnico em radiologia e imagenologia	324115	0,8172	226	12,73	4.713,17
235	Operador de computador (inclusive	317205	0,8169	143	12,43	6.362,00
236	Técnico de apoio ao usuário de informática	317210	0,8169	3019	14,59	4.240,00
237	Trabalhador de serviços de limpeza e	514225	0,8168	2001	10,49	8.858,62
238	Agente de saúde pública	352210	0,8168	13391	11,63	8.999,68
239	Agente de defesa ambiental	352205	0,8168	3022	16,59	14.176,48
240	Investigador de polícia	351810	0,8163	154	11,68	18.453,25
241	Motofretista	519110	0,8157	3	10,00	3.907,31
242	Promotor de vendas especializado	354130	0,8150	5	10,40	5.383,58
243	Mecânico de manutenção de máquinas, em	911305	0,8146	262	8,92	3.393,01
244	Técnico em laboratório de farmácia	325110	0,8133	972	14,24	4.171,56
245	Reparador de instrumentos musicais	915210	0,8127	1	11,00	4.757,39
246	Mecânico de manutenção de automóveis,	914405	0,8126	1	11,00	4.750,20
247	Supervisor administrativo	410105	0,8125	5	11,20	11.225,68
248	Auxiliar de serviços jurídicos	351430	0,8123	14	13,57	20.143,03
249	Escrivão de polícia	351420	0,8123	1816	14,64	15.290,44
250	Encarregado de manutenção mecânica de	910105	0,8121	5	11,40	5.184,48
251	Taxidermista	328110	0,8114	6	13,33	5.030,75
252	Instrumentador cirúrgico	322225	0,8111	75	13,56	5.602,52
253	Vendedor de comércio varejista	521110	0,8087	3	11,00	5.234,73
254	Técnico em patologia clínica	324205	0,8082	5	15,00	8.844,32
255	Chaveiro	523115	0,8081	2	8,00	3.345,13
256	Técnico de seguros	351740	0,8078	21450	13,12	8.943,59
257	Professor de disciplinas pedagógicas no	232115	0,8059	52	15,12	3.335,11
258	Técnico florestal	321210	0,8058	465	13,95	7.206,90
259	Embalsamador	328105	0,8034	202	14,21	4.955,40
260	Especialista de políticas públicas e gestão	111505	0,8030	5465	15,26	19.509,70
261	Técnico em farmácia	325115	0,8024	196	14,61	5.182,91
262	Pedagogo	239415	0,7954	4036	15,49	5.470,84
263	Técnico agrícola	321105	0,7939	687	12,06	5.489,75
264	Técnico agropecuário	321110	0,7939	1959	12,77	7.039,29
265	Técnico em eletromecânica	300305	0,7922	195	13,94	4.573,90
266	Técnico de obras civis	312105	0,7921	273	13,26	4.153,33
267	Reparador de equipamentos de escritório	954305	0,7810	23	13,91	7.164,44

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
268	Técnico de apoio em pesquisa e	395105	0,7780	1	15,00	13.290,97
269	Técnico em óptica e optometria	322305	0,7773	13	14,38	5.670,29
270	Zootecnista	223310	0,7764	98	17,06	9.968,22
271	Médico veterinário	223305	0,7760	465	17,51	18.577,89
272	Técnico de laboratório industrial	301105	0,7757	492	11,62	6.392,92
273	Oficial de inteligência	242905	0,7684	28	15,14	19.837,58
274	Gerente de produção e operações	141205	0,7651	2	9,50	10.146,75
275	Condutor de máquinas (mecânico)	341325	0,7586	2	15,00	3.728,68
276	Eletricista de manutenção eletroeletrônica	951105	0,7572	283	11,16	5.546,99
277	Analista de pcp (programação e controle da	252705	0,7567	1	15,00	14.595,46
278	Engenheiro agrimensor	214805	0,7538	3	15,00	8.500,81
279	Nutricionista	223710	0,7511	1173	16,38	8.953,48
280	Oficial técnico de inteligência	242910	0,7476	5	15,00	17.019,64
281	Auditor (contadores e afins)	252205	0,7467	2922	15,22	21.017,55
282	Chefe de serviço de transporte rodoviário	342305	0,7426	2	9,50	5.241,98
283	Controlador de tráfego aéreo	342505	0,7383	268	12,88	7.835,41
284	Agente de estação portuária	342605	0,7367	81	9,52	5.738,38
285	Piloto de aeronaves	215305	0,7342	11	12,45	10.360,09
286	Inspetor de aviação civil	342530	0,7326	275	12,48	8.890,11
287	Condutor maquinista motorista fluvial	341305	0,7197	1	8,00	3.909,52
288	Filósofo	251405	0,7197	1	15,00	14.824,22
289	Piloto agrícola	341120	0,7170	2	14,00	5.950,95
290	Administrador	252105	0,7160	12139	15,58	10.963,86
291	Agente de estação (ferrovia e metrô)	342405	0,7156	2	11,00	3.268,41
292	Químico industrial	213210	0,7144	2	16,00	16.790,19
293	Químico	213205	0,7144	252	17,35	10.329,89
294	Analista de recursos humanos	252405	0,7134	5	15,00	12.441,63
295	Estatístico	211205	0,7119	1784	17,00	13.540,90
296	Biomédico	221205	0,7084	198	17,40	10.730,57
297	Operador de atendimento aeroviário	342535	0,7073	23	11,22	6.648,53
298	Matemático	211115	0,7072	11	16,64	11.072,39
299	Defensor público	242405	0,7071	602	15,00	23.303,51
300	Contador	252210	0,7070	2348	16,11	9.275,90
301	Engenheiro químico	214505	0,7069	2	16,00	17.359,72
302	Oceanógrafo	213440	0,7066	3	17,00	9.478,54
303	Engenheiros de sistemas operacionais em	212215	0,7056	4	15,00	19.259,63
304	Operador de transporte multimodal	342110	0,7053	534	12,63	6.855,00
305	Arquiteto de edificações	214105	0,7053	146	15,29	12.174,52
306	Arquiteto de patrimônio	214115	0,7053	38	15,45	9.416,17
307	Arquiteto urbanista	214125	0,7053	483	16,59	8.706,22
308	Administrador de banco de dados	212305	0,7051	3	15,00	11.783,16
309	Engenheiro mecânico	214405	0,7049	130	17,02	13.209,59
310	Engenheiro de minas	214705	0,7046	248	16,09	15.265,35
311	Geofísico	213415	0,7046	30	15,07	19.929,79
312	Geólogo	213405	0,7046	143	16,20	13.811,18

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
313	Engenheiro de segurança do trabalho	214915	0,7045	158	16,48	6.864,84
314	Comandante da marinha mercante	215115	0,7044	2	15,00	6.112,44
315	Atuário	211105	0,7044	1	15,00	14.842,17
316	Analista de redes e de comunicação de	212410	0,7044	4	14,00	9.797,91
317	Analista de suporte computacional	212420	0,7044	12	15,17	12.277,57
318	Analista de desenvolvimento de sistemas	212405	0,7044	5669	16,51	11.117,13
319	Engenheiro eletrônico	214310	0,7044	4	15,00	18.532,37
320	Engenheiro civil (transportes e trânsito)	214270	0,7043	29	15,00	15.609,24
321	Engenheiro civil	214205	0,7043	2885	16,07	10.821,61
322	Físico	213105	0,7043	67	17,81	9.412,63
323	Piloto fluvial	341230	0,7024	49	9,59	5.606,97
324	Mestre fluvial	341215	0,7024	32	10,97	5.163,67
325	Delegado de polícia	242305	0,7007	1613	15,00	27.458,23
326	Operador de máquinas de beneficiamento de	641010	0,7001	253	11,81	4.073,79
327	Meteorologista	213315	0,6982	78	16,41	11.787,97
328	Astrônomo	213305	0,6982	2	21,00	12.458,37
329	Tratorista agrícola	641015	0,6962	47	8,53	4.808,38
330	Agente de higiene e segurança	254310	0,6961	59	12,90	5.428,30
331	Auditor-fiscal do trabalho	254305	0,6948	2333	15,01	24.341,42
332	Economista doméstico	251610	0,6944	34	16,00	9.227,90
333	Assistente social	251605	0,6944	2736	16,18	9.254,23
334	Procurador federal	241230	0,6940	3884	15,03	24.520,86
335	Advogado da união	241205	0,6940	1768	15,04	24.575,33
336	Terapeuta ocupacional	223905	0,6936	35	15,63	8.618,85
337	Ortopista	223910	0,6936	1	17,00	12.876,87
338	Advogado	241005	0,6933	3	15,00	14.354,77
339	Procurador da fazenda nacional	241215	0,6932	2134	15,00	24.485,49
340	Técnico de desporto individual e coletivo	224125	0,6925	112	16,57	9.165,72
341	Farmacêutico analista clínico	223415	0,6924	327	16,82	10.872,54
342	Farmacêutico	223405	0,6920	1151	16,47	10.112,52
343	Fonoaudiólogo geral	223810	0,6920	19	16,05	6.791,86
344	Médico legista	225106	0,6917	62	15,00	18.340,65
345	Médico do trabalho	225140	0,6917	3374	15,02	16.112,54
346	Médico clínico	225125	0,6917	9150	16,12	11.228,94
347	Cirurgião dentista - clínico geral	223208	0,6917	537	16,17	10.192,48
348	Enfermeiro	223505	0,6917	6394	16,00	9.508,54
349	Enfermeiro do trabalho	223530	0,6917	23	16,83	8.695,15
350	Fisioterapeuta geral	223605	0,6917	87	15,74	7.894,42
351	Engenheiro de pesca	222115	0,6914	8	15,00	19.516,66
352	Engenheiro florestal	222120	0,6914	25	15,00	14.055,59
353	Engenheiro agrônomo	222110	0,6914	1249	15,57	11.405,66
354	Sociólogo	251120	0,6910	99	15,75	11.338,40
355	Comerciante varejista	141410	0,6885	1	11,00	3.915,90
356	Relações públicas	142325	0,6876	141	16,25	6.868,25
357	Antropólogo	251105	0,6865	31	15,77	10.597,81

Posição	Título da Ocupação	Código CBO	Propensão Automação	Quantidade	Anos Estudo	Remuneração Média (R\$)
358	Arqueólogo	251110	0,6865	25	16,84	7.521,23
359	Geógrafo	251305	0,6842	169	17,36	13.079,17
360	Gestor em segurança	252605	0,6839	1	15,00	18.816,19
361	Gerente de comunicação	142310	0,6836	28	12,93	6.682,65
362	Gerente de produção e operações	141115	0,6836	3	15,67	15.144,52
363	Analista financeiro (instituições financeiras)	252545	0,6801	4597	15,02	11.777,72
364	Fiscal de tributos municipal	254410	0,6797	15	12,60	13.849,25
365	Secretária(o) executiva(o)	252305	0,6772	1856	16,54	7.972,67
366	Fiscal de tributos estadual	254405	0,6749	116	14,95	14.252,10
367	Redator de publicidade	253110	0,6748	31	16,35	8.628,44
368	Técnico da receita federal	254110	0,6738	6762	14,65	14.422,52
369	Auditor-fiscal da receita federal	254105	0,6738	9492	15,00	25.031,52
370	Economista do setor público	251225	0,6718	202	15,25	25.409,13
371	Publicitário	253115	0,6713	315	15,18	10.397,63
372	Economista	251205	0,6707	1108	15,70	12.515,01
373	Psicólogo clínico	251510	0,6704	1784	16,53	8.659,57
374	Técnico de matéria-prima e material	391135	0,6692	1	11,00	6.062,39
375	Técnico de planejamento de produção	391125	0,6692	13	12,31	5.853,79
376	Gerente de serviços de saúde	131210	0,6638	800	17,38	13.582,34
377	Biólogo	221105	0,6341	438	17,68	10.516,01
378	Perito criminal	204105	0,5590	1089	15,02	27.111,66
379	Pesquisador em metrologia	201205	0,4184	518	17,95	15.709,39
380	Pesquisador em ciências agrônômicas	203405	0,4071	16	15,00	12.353,49
381	Pesquisador em ciências da educação	203515	0,4060	252	17,52	11.469,20
382	Pesquisador em história	203520	0,4060	25	17,96	10.598,35
383	Pesquisador em ciências sociais e humanas	203505	0,4060	4478	18,61	15.276,72
384	Pesquisador de medicina básica	203310	0,4009	26	14,85	10.303,65
385	Pesquisador em saúde coletiva	203320	0,4009	2675	19,23	16.253,15
386	Pesquisador de engenharia e tecnologia	203210	0,3966	198	17,04	11.750,44
387	Pesquisador de engenharia elétrica e	203215	0,3966	453	18,99	14.453,94
388	Pesquisador em física	203115	0,3959	23	15,35	11.954,30
389	Artesão bordador	791105	0,0000	1	8,00	5.040,65

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A2. Impacto da automação por órgão superior do Executivo Federal - Completa

Órgão Superior	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
MEC	47.296	252.272	18,75%	222,40	2.336,34	9,52%
MS	11.904	66.465	17,91%	72,29	473,68	15,26%
MDS	1.727	32.358	5,34%	17,00	330,52	5,14%
MF	5.295	29.815	17,76%	29,61	488,87	6,06%
MJ	3.816	29.273	13,04%	22,73	400,40	5,68%
MP	8.370	23.731	35,27%	56,91	184,66	30,82%
PR	3.456	17.481	19,77%	23,34	211,21	11,05%
MD	5.406	15.174	35,63%	34,71	107,95	32,15%
MAPA	2.149	7.975	26,95%	12,57	89,04	14,12%
MCTIC	2.658	7.343	36,20%	24,48	100,21	24,43%
MTB	3.213	6.904	46,54%	15,87	83,10	19,09%
MMA	1.878	6.380	29,44%	12,43	74,45	16,70%
MT	1.281	5.031	25,46%	10,38	55,42	18,73%
MDIC	1.022	3.471	29,44%	7,74	42,01	18,43%
MRE	631	3.268	19,31%	1,40	18,00	7,78%
MINC	1.625	3.139	51,77%	11,72	27,83	42,11%
MME	682	2.887	23,62%	5,56	40,56	13,70%
MIN	759	2.476	30,65%	5,06	21,60	23,42%
CEDIDO	1.003	2.293	43,74%	5,42	20,66	26,22%
CGU	104	2.122	4,90%	0,81	41,38	1,95%
MCID	105	445	23,60%	0,51	4,62	11,06%
MTUR	195	394	49,49%	1,24	2,96	42,12%
MPS	1	350	0,29%	0,01	8,21	0,10%
ME	54	276	19,57%	0,40	2,84	14,11%
MDH	28	239	11,72%	0,20	2,15	9,06%
MDA	1	93	1,08%	0,00	2,18	0,13%
MC	11	46	23,91%	0,06	0,80	7,25%
TOTAL	104.670	521.701	20,06%	595	5.172	11,50%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A3. Impacto da automação por órgão do Executivo Federal – Completa

Órgão	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
ABIN	9	57	15,79%	0,05	0,92	4,93%
ACERP	0	1	0,00%	0,00	0,01	0,00%
AEB	23	111	20,72%	0,19	1,04	18,19%
AGLO	1	28	3,57%	0,01	0,44	2,42%
AGU	1.204	7.320	16,45%	8,55	123,93	6,90%
ANA	40	350	11,43%	0,31	6,15	5,06%
ANAC	162	1.446	11,20%	1,58	21,93	7,20%
ANATEL	171	1.484	11,52%	1,68	23,45	7,15%
ANCINE	135	403	33,50%	1,18	6,06	19,49%
ANEEL	119	663	17,95%	1,10	11,47	9,62%
ANP	144	827	17,41%	1,35	13,62	9,95%
ANS	233	696	33,48%	1,97	11,27	17,50%
ANTAQ	43	425	10,12%	0,38	6,36	5,98%
ANTT	193	1.217	15,86%	2,02	14,62	13,79%
ANVS	370	1.779	20,80%	3,92	27,99	14,00%
C,AER	1.985	4.309	46,07%	13,71	35,65	38,46%
C,EX	1.974	5.250	37,60%	12,22	37,94	32,21%
C,PEDROII	505	2.112	23,91%	2,55	18,21	14,03%
CADE	27	213	12,68%	0,13	3,01	4,17%
CAPES	127	368	34,51%	0,91	4,01	22,56%
CEFET/MG	234	1.523	15,36%	1,19	16,45	7,25%
CEFET/RJ	302	1.465	20,61%	1,49	13,97	10,66%
CEITEC	0	1	0,00%	0,00	0,01	0,00%
CFIA	10	21	47,62%	0,06	0,14	39,25%
CGU	104	2.119	4,91%	0,81	41,31	1,96%
CGU/PR	0	1	0,00%	0,00	0,02	0,00%
CM	1.128	2.640	42,73%	7,08	19,70	35,93%
CNEN	851	1.860	45,75%	8,86	27,85	31,83%
CNPQ	164	405	40,49%	1,48	5,21	28,41%
CODEVASF	0	1	0,00%	0,00	0,02	0,00%
CPRM	0	2	0,00%	0,00	0,01	0,00%
CVM	107	512	20,90%	0,92	9,40	9,82%
DATAPREV	0	7	0,00%	0,00	0,06	0,00%
DNIT	775	2.708	28,62%	6,25	30,43	20,54%
DNOCS	513	1.334	38,46%	3,50	11,16	31,38%
DNPM	317	918	34,53%	2,38	10,82	22,02%
DPF	1.957	13.129	14,91%	10,87	210,37	5,17%
DPRF	485	10.784	4,50%	2,69	137,37	1,95%
DPU	397	1.562	25,42%	1,87	20,29	9,20%
EBC	123	193	63,73%	0,80	1,39	57,59%
EBSERH	237	1.268	18,69%	1,20	12,54	9,56%
EMBRATUR	73	126	57,94%	0,50	0,99	50,78%
ENAP	63	231	27,27%	0,60	2,82	21,35%

Órgão	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
EPE	1	3	33,33%	0,01	0,04	19,34%
EPL	0	19	0,00%	0,00	0,30	0,00%
EX-TER/AP	1.573	6.317	24,90%	7,92	40,94	19,34%
EX-TER/RO	1.030	3.941	26,14%	4,69	19,89	23,59%
EX-TER/RR	877	3.702	23,69%	4,36	21,74	20,04%
F OSORIO	0	78	0,00%	0,00	0,62	0,00%
F,CENTRO	102	255	40,00%	0,86	3,04	28,20%
FAG	9	50	18,00%	0,05	0,46	11,81%
FBN	118	332	35,54%	0,82	2,61	31,61%
FCP	19	61	31,15%	0,13	0,55	24,62%
FCRB	62	128	48,44%	0,43	1,51	28,24%
FIOCRUZ	393	5.167	7,61%	3,20	69,14	4,63%
FJN	117	274	42,70%	1,12	3,13	35,95%
FNDE	31	484	6,40%	0,25	5,08	4,89%
FUAM	475	3.032	15,67%	2,15	24,86	8,65%
FUFOP	329	1.639	20,07%	1,46	15,26	9,54%
FUFPEL	483	2.587	18,67%	2,20	26,44	8,32%
FUFS	381	2.777	13,72%	1,73	26,40	6,56%
FUFSCAR	414	2.198	18,84%	1,94	23,56	8,24%
FUFT	358	1.825	19,62%	1,47	14,61	10,04%
FUMA	19	157	12,10%	0,08	0,91	8,95%
FUNAI	564	2.172	25,97%	4,33	16,12	26,85%
FUNARTE	160	258	62,02%	1,09	1,78	61,14%
FUNASA	1.315	4.180	31,46%	7,35	28,30	25,98%
FUNPRES	3	15	20,00%	0,02	0,23	7,88%
FUNREI	289	1.369	21,11%	1,32	12,81	10,29%
FURG	295	1.903	15,50%	1,35	17,70	7,62%
HCPA	0	9	0,00%	0,00	0,09	0,00%
HNSC	0	3	0,00%	0,00	0,04	0,00%
I,B,CONST	34	247	13,77%	0,15	1,94	7,99%
IBAMA	1.184	3.271	36,20%	7,91	36,58	21,62%
IBGE	3.712	5.544	66,96%	30,90	55,04	56,14%
IBRAM	337	557	60,50%	2,37	4,06	58,37%
ICMBIO	396	1.774	22,32%	2,48	20,05	12,39%
IFAC	121	650	18,62%	0,44	4,64	9,51%
IFAL	67	539	12,43%	0,34	5,34	6,34%
IFAM	307	1.798	17,07%	1,37	13,87	9,88%
IFAP	3	36	8,33%	0,01	0,21	5,21%
IFBA	425	2.396	17,74%	2,01	21,66	9,28%
IFBAIANO	260	1.438	18,08%	1,11	12,08	9,17%
IFBRASILIA	189	987	19,15%	0,73	7,89	9,26%
IFCATARINA	268	1.735	15,45%	1,15	15,18	7,55%
IFCE	615	3.199	19,22%	2,63	27,90	9,43%
IFES	590	2.777	21,25%	2,63	26,03	10,09%

Órgão	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
IFFARROUP	230	1.312	17,53%	0,98	11,92	8,23%
IFFLU	288	1.592	18,09%	1,36	14,75	9,22%
IFGO	380	1.980	19,19%	1,64	18,18	9,01%
IFGOIANO	219	1.316	16,64%	1,02	12,38	8,22%
IFMA	456	2.967	15,37%	1,97	22,97	8,56%
IFMG	347	1.752	19,81%	1,52	15,72	9,68%
IFMS	256	1.104	23,19%	0,98	7,96	12,26%
IFMT	351	1.858	18,89%	1,50	16,32	9,18%
IFNORTEMG	254	1.278	19,87%	1,04	10,55	9,89%
IFPA	340	2.087	16,29%	1,50	16,52	9,05%
IFPB	381	2.203	17,29%	1,82	20,74	8,76%
IFPE	378	2.057	18,38%	1,83	18,75	9,73%
IFPI	329	2.112	15,58%	1,41	16,69	8,44%
IFPR	345	1.980	17,42%	1,38	16,44	8,39%
IFRJ	338	1.883	17,95%	1,42	17,11	8,29%
IFRN	424	2.501	16,95%	1,86	23,23	8,01%
IFRO	199	1.111	17,91%	0,79	8,08	9,73%
IFRR	153	637	24,02%	0,69	4,89	14,07%
IFRS	336	1.967	17,08%	1,37	18,11	7,58%
IFSC	457	2.518	18,15%	2,06	22,97	8,96%
IFSE	223	1.117	19,96%	0,98	9,91	9,90%
IFSERTPE	197	949	20,76%	0,88	7,33	11,95%
IFSP	657	4.347	15,11%	2,78	37,40	7,43%
IFSRIOGRAN	312	1.712	18,22%	1,50	16,68	9,01%
IFSUDMG	228	1.199	19,02%	1,04	10,90	9,51%
IFSULMG	201	1.080	18,61%	0,92	9,87	9,32%
IFTO	211	1.175	17,96%	0,92	9,71	9,52%
IFTRIANMG	201	1.084	18,54%	0,91	9,82	9,25%
INCRA	1.463	4.484	32,63%	8,63	35,20	24,53%
INEP	19	381	4,99%	0,18	4,21	4,26%
INES	58	391	14,83%	0,26	3,07	8,58%
INMETRO	382	915	41,75%	3,44	11,79	29,21%
INPI	265	1.071	24,74%	2,14	13,14	16,31%
INSS	1.507	31.578	4,77%	15,53	327,20	4,75%
IPEA	54	342	15,79%	0,72	7,27	9,87%
IPHAN	472	830	56,87%	3,60	6,70	53,68%
JBRJ	81	165	49,09%	0,67	2,03	32,91%
MAPA	2.147	7.973	26,93%	12,57	89,03	14,12%
MCID	105	445	23,60%	0,51	4,62	11,06%
MCTIC	1.460	3.527	41,39%	12,33	43,45	28,37%
MD	309	2.861	10,80%	1,64	13,54	12,09%
MDH	28	239	11,72%	0,20	2,15	9,06%
MDIC	172	970	17,73%	0,94	12,71	7,41%
MDS	221	1.111	19,89%	1,48	11,19	13,24%

Órgão	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
ME	53	244	21,72%	0,39	2,31	16,86%
MEC	314	968	32,44%	2,00	8,51	23,45%
MF	5.092	28.713	17,73%	27,75	467,96	5,93%
MIN	118	611	19,31%	0,65	5,31	12,26%
MINC	322	582	55,33%	2,09	4,82	43,46%
MJ	386	1.413	27,32%	2,86	13,24	21,57%
MMA	177	820	21,59%	1,06	9,65	11,02%
MME	101	473	21,35%	0,71	4,58	15,48%
MP	1.058	3.627	29,17%	7,70	36,51	21,09%
MPS	0	1	0,00%	0,00	0,00	0,00%
MRE	622	3.218	19,33%	1,35	17,54	7,67%
MS	9.590	54.636	17,55%	55,84	336,93	16,57%
MT	312	1.082	28,84%	2,11	9,94	21,25%
MTB	3.111	6.649	46,79%	15,01	80,06	18,75%
MTUR	121	270	44,81%	0,74	2,04	36,02%
PR	453	3.644	12,43%	3,36	23,62	14,21%
PREVIC	33	226	14,60%	0,33	4,39	7,58%
SUDAM	48	212	22,64%	0,37	2,10	17,60%
SUDECO	29	93	31,18%	0,15	0,71	20,82%
SUDENE	51	225	22,67%	0,39	2,29	16,92%
SUFRAMA	203	515	39,42%	1,21	4,37	27,77%
SUSEP	63	375	16,80%	0,60	7,41	8,16%
UFABC	332	1.421	23,36%	1,37	12,68	10,78%
UFAC	295	1.443	20,44%	1,56	11,71	13,35%
UFAL	543	3.181	17,07%	2,68	30,12	8,91%
UFBA	999	5.031	19,86%	5,26	47,42	11,10%
UFCA	0	1	0,00%	0,00	0,02	0,00%
UFCE	1.028	5.434	18,92%	5,04	48,06	10,49%
UFCEG	509	2.829	17,99%	2,58	26,40	9,77%
UFCEPA	70	509	13,75%	0,32	4,66	6,97%
UFERSA-RN	200	1.204	16,61%	0,94	10,95	8,55%
UFES	686	3.639	18,85%	3,20	33,82	9,45%
UFESBA	83	386	21,50%	0,38	3,42	11,10%
UFF	1.409	6.874	20,50%	6,73	68,57	9,81%
UFFS	284	1.325	21,43%	1,17	10,49	11,18%
UFGD	255	1.348	18,92%	1,07	10,73	10,01%
UFGO	651	4.543	14,33%	3,10	44,63	6,96%
UFJF	566	2.992	18,92%	2,59	28,88	8,98%
UFLA	262	1.259	20,81%	1,17	13,20	8,85%
UFMG	1.592	6.957	22,88%	7,28	64,55	11,28%
UFMS	609	3.144	19,37%	2,78	27,65	10,04%
UFMT	526	3.306	15,91%	2,64	35,96	7,34%
UFOB	87	499	17,43%	0,37	3,89	9,62%
UFOPA	250	1.003	24,93%	0,95	7,46	12,79%

Órgão	Quantidade Automação	Quantidade Total	Percentual Automação	Remu. Auto (milhões R\$)	Remu. Total (milhões R\$)	Percentual Remuneração
UFPA	865	5.052	17,12%	4,39	48,67	9,03%
UFPB	1.162	5.895	19,71%	5,95	55,90	10,65%
UFPE	1.345	5.977	22,50%	6,50	53,47	12,16%
UFPI	427	2.848	14,99%	2,47	26,78	9,21%
UFPR	870	5.469	15,91%	3,89	49,75	7,82%
UFRA	224	1.007	22,24%	1,00	8,48	11,76%
UFRB	371	1.488	24,93%	1,61	12,30	13,06%
UFRGS/RS	1.000	5.154	19,40%	4,80	54,92	8,75%
UFRJ	2.626	12.548	20,93%	13,38	120,29	11,12%
UFRN	985	5.103	19,30%	4,92	49,66	9,91%
UFRPE	484	2.281	21,22%	2,37	22,46	10,55%
UFRR	143	994	14,39%	0,62	8,47	7,34%
UFRRJ	581	2.410	24,11%	2,74	23,59	11,64%
UFSC	989	5.324	18,58%	4,73	53,48	8,84%
UFSM/RS	704	4.421	15,92%	3,56	45,33	7,86%
UFTM	345	1.923	17,94%	1,55	17,41	8,88%
UFU	867	4.851	17,87%	3,88	44,68	8,68%
UFV	1.210	3.465	34,92%	5,12	29,43	17,38%
UFVJM	191	1.328	14,38%	0,77	11,23	6,83%
UNB	901	5.361	16,81%	4,98	62,28	7,99%
UNIFAL-MG	86	831	10,35%	0,40	8,78	4,54%
UNIFAP	205	1.114	18,40%	0,90	7,89	11,36%
UNIFEI	179	864	20,72%	0,76	8,14	9,33%
UNIFESP	724	5.036	14,38%	3,36	45,92	7,33%
UNIFESSPA	105	595	17,65%	0,48	4,76	10,04%
UNILA	225	848	26,53%	0,83	6,18	13,36%
UNILAB	102	610	16,72%	0,36	4,96	7,35%
UNIPAMPA	293	1.700	17,24%	1,17	14,43	8,13%
UNIR	168	1.228	13,68%	1,02	10,80	9,43%
UNIRIO	359	2.313	15,52%	1,62	19,43	8,34%
UNIVASF	161	846	19,03%	0,74	7,44	9,98%
UTFPR	605	3.669	16,49%	2,88	39,86	7,23%
VPR	0	7	0,00%	0,00	0,04	0,00%
Cedidos	1.011	2.303	43,90%	5,45	20,70	26,32%
TOTAL	104.670	521.701	20,06%	595	5.172	11,50%

Fonte: Elaboração própria.