

**Desafios para o Sistema Único de Saúde (SUS)
no contexto nacional e global de transformações sociais,
econômicas e tecnológicas - CEIS 4.0**

CONTEÚDOS OCUPACIONAIS E A DINÂMICA DO MERCADO DE TRABALHO NO CEIS 4.0

EQUIPE DE PESQUISA

Denis Maracci Gimenez
Juliana Pinto de Moura Cajueiro
Gabriela Rocha Rodrigues de Oliveira
André Krein

Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz Antonio Ivo de Carvalho

Coordenador do CEE

Carlos Augusto Grabois Gadelha

Projeto Integrado CEE

Complexo Econômico-Industrial da Saúde e
Prospecção em CT&IS

Subprojeto

Desafios do SUS no contexto nacional e global de
transformações sociais, econômicas e
tecnológicas – Projeto CEIS 4.0

Coordenador Geral

Carlos Augusto Grabois Gadelha

Coordenadores Adjuntos

José Cassiolato
Denis Gimenez

Equipe Executiva

Marco Aurélio Nascimento
Karla Bernardo Mattoso Montenegro
Felipe Kamia
Gabriela Maretto
Juliana Moreira
Leandro Safatle

Colaboradores

Anna Durão (Divulgação e Comunicação),
Bernardo Cesário Bahia (Pesquisa), Glaucy Silva
(Gestão Administrativa), Elisabeth Lisovsky
(Revisão Português) e Nilmon Filho (Projeto Gráfico)

Relatório de pesquisa – CEIS 4.0

Conteúdos ocupacionais e a dinâmica do mercado de trabalho no CEIS 4.0

Pesquisadores

Denis Maracci Gimenez
Juliana Pinto de Moura Cajueiro
Gabriela Rocha Rodrigues de Oliveira
André Krein

Citar como:

GIMENEZ, D. M.; CAJUEIRO, J. P. M.; OLIVEIRA, G. R. R.; KREIN, A. Conteúdos ocupacionais e a dinâmica de mercado de trabalho no CEIS 4.0. In: GADELHA, C. A. G. (Coord.). Projeto Desafios para o Sistema Único de Saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas (CEIS 4.0). Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2023.

Todos os direitos reservados ao Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz Antonio Ivo de Carvalho (CEE). Reprodução autorizada desde que citada a fonte.

Esta obra foi elaborada no âmbito do projeto “Desafios do SUS no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas – CEIS 4.0”. As opiniões expressas refletem a visão dos autores, não representando a visão institucional sobre o tema.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
1. Avanço na Revisão Bibliográfica sobre o referencial teórico-conceitual	8
1.1. Ponto de partida: resultados alcançados na fase 2	8
Quadro 1 - Palavras-chave associadas às tecnologias 4.0	9
1.2. Lacunas existentes na fase 2 e o que avançamos na fase 3	10
1.3. Aprofundamento e discussão dos modelos teórico-analíticos	11
1.3.1. Novas referências e o que trazem de novo	11
Quadro 2 – Novas referências teórico-conceituais	12
1.3.2. Oficinas com especialistas e o que trazem de novo	13
Quadro 3 – Oficinas metodológicas com especialistas	13
2.1. Modelo 1 - Nível de incidência (IPT 4.0)	15
2.1.1. Ponto de partida: resultados alcançados na Fase 2	15
Quadro 4 – Bases de dados	15
Tabela 1 – Distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0	18
Quadro 5 – Distribuição das ocupações de muito alto IPT 4.0 por setor de atividade	18
2.1.2. Novas variáveis: habilidades tecnológicas e ferramentas	19
2.1.2.1. Habilidades tecnológicas	20
Quadro 6 – Dicionário de palavras-chave	20
2.1.2.2. Ferramentas	22
2.1.2.3. Resumo descritivo da versão final do Modelo 1 atualizado:	23
2.1.3. Resultados qualitativos parciais: mudança na classificação e no ranking das ocupações com a introdução de novas variáveis	25
Tabela 2 – Distribuição das ocupações por nível de IPT 4.0 nas duas etapas da pesquisa	26
Quadro 7 – Distribuição das ocupações de muito alto IPT 4.0 por setor de atividade nas duas etapas da pesquisa	26
Quadro 8 – Ranking e distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0 a partir da variável tarefas* (ocupações selecionadas)	27
Quadro 9 – Ranking e distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0 a partir da variável habilidades tecnológicas (ocupações selecionadas)	28
Quadro 10 – Ranking e distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0 a partir da variável ferramentas (ocupações selecionadas)	30
2.1.4. Síntese: avanços, limitações e dificuldades	31
2.2. Modelo 2 - Tipo de incidência (usuário versus desenvolvedor)	31
2.2.1. Principais referências bibliográficas e conceituais	32
2.2.2. Principais variáveis (tarefas; competências; análise holística)	32
2.2.2.1. Tarefas	32

Quadro 12.A – Lista de verbos (únicos/simples)	32
Quadro 12.B – Lista de verbos (compostos)	33
2.2.2.2. Competências	34
Quadro 13 – Competências básicas e essenciais do Profissional de Informática em Saúde	34
Quadro 14 – Competências básicas e essenciais do Profissional de Informática em Saúde	38
Quadro 15 – Funções do Profissional de Informática em Saúde	40
Figura 1 – Nível educacional e funções do Profissional de Informática em Saúde	41
Quadro 16.A – Perfil ocupacional da família “Trabalhadores em registros e informações em saúde”	42
Quadro 16.B – Perfil ocupacional da família “Trabalhadores em registros e informações em saúde” - Atividades	43
Quadro 17 – Cursos de formação em informática em saúde	45
2.2.2.3. Caracterização ocupacional holística e validação	46
Quadro 18 – Caracterização ocupacional holística - <i>Medical and Health Services Managers</i>	46
2.2.3. Discussão	48
Figura 2 – Disciplinas relacionadas ao Profissional de Informática em Saúde	48
2.2.4. Síntese: avanços, limitações e dificuldades	51
Quadro 19 – Síntese dos avanços, limitações e dificuldade do Modelo 2	51
2.3. Modelo 3 - Tipo de impacto (automação versus gargalo tecnológico)	52
2.3.1. Principais referências bibliográficas e conceituais	52
2.3.2. Principais variáveis (tarefas; habilidades; habilidades emergentes; <i>soft skills</i> ; <i>job zone</i> ; ocupações emergentes)	53
2.3.2.1. Tarefas:	53
2.3.2.2. Habilidades:	55
2.3.2.3. <i>Soft Skills</i> :	57
Quadro 20 – Descrição das <i>soft skills</i>	58
2.3.2.4. Zonas de Trabalho (<i>Job Zones</i>):	59
Quadro 21 – Descrição das zonas de trabalho (<i>job zones</i>)	59
2.3.2.5. Ocupações Emergentes:	60
Quadro 22 – Ocupações emergentes e com maior tendência à automação a partir de WEF (2020) – EUA	60
Quadro 23 – Ocupações emergentes e com maior tendência à automação a partir de WEF (2020) e O*NET – EUA	61

Quadro 24 – Compatibilização das ocupações a partir de SOC/OWES e CBO/RAIS – EUA e Brasil	62
Quadro 25 – Ocupações da CBO (famílias) organizadas nos três blocos de análise	64
2.3.3. Discussão	65
2.3.4. Síntese: avanços, limitações e dificuldades	71
Quadro 26 – Síntese dos avanços, limitações e dificuldade do Modelo 3	71
3. Discussão sobre Políticas Públicas orientadas aos desafios do CEIS e a sustentabilidade do SUS ("policy oriented")	72
3.1. Fundamentação e contextualização das políticas públicas	72
Quadro 27 - Mapeamento da infraestrutura de TIC nos estabelecimentos de saúde, público e privado, no Brasil, em 2022 - em % e número	74
Quadro 28 - Mapeamento dos profissionais da saúde, por tipos de treinamento ou capacitação em informática em saúde e em segurança da informação, em relação ao total de enfermeiros e médicos com acesso a computador no estabelecimento de saúde, público e privado, no Brasil, em 2022 - em %	75
3.2. Construindo uma proposta de agenda de políticas públicas	81
Quadro 29 - Agenda de Políticas Públicas	82
4. Quadro-resumo	84
Quadro 30 - Resumo das principais informações e dos dados de maior impacto	84
Referências Bibliográficas	86

Conteúdos Ocupacionais e a Dinâmica do Mercado de Trabalho no CEIS 4.0

Denis Maracci Gimenez, Juliana Pinto de Moura Cajueiro, Gabriela Rocha Rodrigues de Oliveira, André Krein

APRESENTAÇÃO

A incorporação das tecnologias 4.0 nas ocupações do CEIS podem ter efeitos diferenciados sobre os conteúdos ocupacionais, quais sejam: substituindo uma determinada ocupação, criando ocupações, deslocando algumas ocupações entre os setores, substituindo parcialmente algumas ocupações através da modificação de algumas tarefas, exigindo novas habilidades e competências em algumas ocupações para o uso de novas ferramentas tecnológicas.

Nesta terceira etapa da pesquisa, o objetivo geral do estudo do eixo 1.2 foi aprofundar a análise do processo de incorporação das novas tecnologias 4.0 sobre o conteúdo das ocupações do CEIS através do avanço no modelo do indicador denominado de Incidência Potencial das Tecnologias 4.0 (IPT 4.0), por meio da seleção de novas referências teórico-conceituais e de novas fontes de informações, da seleção de novas variáveis, da realização de oficinas com especialistas. Além disso, nessa nova etapa buscou-se avançar no sentido da construção de dois outros modelos de análise, que não foram contemplados na etapa anterior. A descrição e distinção dos três modelos trabalhados nesta etapa serão apresentadas a seguir.

O primeiro modelo, que teve a construção iniciada na segunda etapa, analisa o nível de incidência das tecnologias 4.0 no conteúdo das ocupações através do estudo das tarefas de todas as ocupações do CEIS. Nesta terceira etapa, algumas questões metodológicas foram aprimoradas ou incorporadas, quais sejam: 1) diferenciação das tarefas em “*core*” e “*supplemental*”; e 2) inclusão de novas variáveis: “ferramentas” (*tools used*) e “habilidades tecnológicas” (*technology skills*).

O segundo modelo proposto procurou identificar caminhos e as principais discussões para a análise do tipo de incidência das tecnologias 4.0 no conteúdo das ocupações, diferenciando se determinada ocupação, nas suas respectivas tarefas, é desenvolvedora (ou geradora) de determinada tecnologia ou apenas usuária. A princípio, no delineamento da proposta de pesquisa, pensou-se na utilização das variáveis tarefas, ferramentas e habilidades tecnológicas para o desenvolvimento do modelo. No entanto, ao longo do processo de exploração das novas fontes e referências, foi mantido o olhar sobre as tarefas e foram incluídas novas perspectivas, principalmente em diálogo com o mapeamento nacional e internacional realizado sobre as competências necessárias para a formação de profissionais que utilizam de forma cotidiana a informática em saúde, seja como usuários, em diferentes

níveis, seja como desenvolvedores. A análise feita pelo modelo 2 tem relação com a formação e a qualificação de cada profissional e com a ocupação em que ele está inserido, sendo uma etapa metodológica importante para a construção do modelo 3.

Já o terceiro modelo pretendeu analisar possíveis caminhos e as principais discussões para a observação do tipo de impacto da incorporação das tecnologias 4.0 sobre o conteúdo das ocupações do ponto de vista da automação das ocupações, seja ela total ou parcial (automatização acomete apenas parte das tarefas), ou da própria não automação. Neste último caso, toma-se como base o conceito de gargalos tecnológicos, que tem relação com o que não é passível de automatização, pelo menos, até o presente estágio da inovação tecnológica, sendo importante a reflexão sobre a possibilidade de deslocamento desta fronteira no futuro. As possibilidades de variáveis a serem utilizadas para tal análise novamente trazem as tarefas e, também, as habilidades. Este último ponto foi responsável pelo acréscimo de novas importantes perspectivas relacionadas às análises das chamadas habilidades emergentes e, principalmente, das “*soft skills*”.

Cabe ainda considerar, no objeto de análise do modelo 3, que algumas ocupações foram criadas, ou poderão ser criadas, dentro do CEIS, ou apenas foram, ou serão, deslocadas para dentro do complexo, dado o avanço e a incorporação das tecnologias 4.0 nos serviços de saúde, no ensino, na pesquisa ou na produção. Por último, é importante levar em consideração o fato de que as ocupações vinculadas aos serviços de saúde, principalmente, mas também ao ensino e à pesquisa nas áreas atreladas ao CEIS, têm forte vínculo com o trabalho humanizado de promoção, prevenção, atendimento e cuidado de saúde, assim como ao longo dos cursos formativos (de nível técnico, superior de pós-graduação) e de produção do conhecimento. Essa análise tem relação direta com o mercado de trabalho, dado que poderá impactar no sentido de destruição de postos de trabalho; ou de criação ou deslocamento de determinadas ocupações e postos de trabalho.

Neste relatório não consta a reaplicação da metodologia do modelo 1, agora aprimorada, no conjunto de ocupados do CEIS, a partir da base de dados da RAIS – tanto para o período já trabalhado na etapa anterior (2012-2019) como para a sua atualização relativa aos anos de 2020 e 2021. A previsão era identificar o quantitativo e o qualitativo dos ocupados formais no Brasil a partir dos níveis de IPT 4.0; além dos recortes setoriais, regionais, de renda, de escolaridade, de raça, de gênero, de natureza jurídica (público e privado), de posição na ocupação (tipo de vínculo), dentre outros. Essa tarefa, a partir de construção conjunta, foi realizada pela equipe da linha 1.1.

A despeito da não aplicação da metodologia à base de dados dos ocupados, houve importante avanço qualitativo da metodologia, no que diz respeito aos referenciais teóricos-analíticos que validaram nossos caminhos escolhidos. Foram incluídas novas referências e

novas fontes de informações, com a possibilidade de inclusão de novas variáveis. Isso nos fez avançar na discussão e no debate frente às ocupações do CEIS 4.0, com destaque para a chamada saúde 4.0 ou saúde digital.

Outro avanço considerável nesta nova etapa foi no sentido da montagem da agenda de política pública. Em primeiro lugar, a partir de cada modelo aqui proposto, ou cada forma de análise aqui proposta, foram apontadas as principais discussões que estão envolvidas e a forma como elas embasam o processo de investigação dos impactos da incorporação das novas tecnologias 4.0 no universo do CEIS. A partir da síntese das discussões e dos avanços, limitações e dificuldades de cada um dos modelos, do seu conjunto e das possíveis combinações entre eles, foi possível fazer uma reflexão sobre a fundamentação e a contextualização das políticas públicas a eles vinculadas e, até mesmo, viabilizou-se a construção de uma proposta de agenda de políticas públicas para a superação das lacunas apresentadas, tendo como foco o mercado de trabalho e as ocupações do CEIS 4.0. Ao longo desse processo, no entanto, procurou-se manter uma visão mais ampla sobre o contexto em que eles estão inseridos, o que envolve a saúde, a educação, a pesquisa, a inovação, a tecnologia, a indústria, o orçamento público e, ainda mais central para a discussão empreendida ao longo da pesquisa, que engloba todos os outros pontos: a importância de se promover a sustentabilidade do SUS e o acesso universal, integral e igualitário a toda população.

1. Avanço na Revisão Bibliográfica sobre o referencial teórico-conceitual

1.1. Ponto de partida: resultados alcançados na fase 2

As principais referências e conteúdos utilizados como o referencial teórico-conceitual foram:

- Maciente (2012a e b, 2014, 2016), Maciente e Kubota (2019) e Maciente, Rauen e Kubota (2019): fatores ocupacionais (habilidades e competências), análises setoriais e regionais, impacto da automação (a partir da compatibilização da CBO-O*NET e da variável “tarefas”, observando a questão do deslocamento da fronteira), palavras-chave para definir tecnologia 4.0 ou digital.
- Albuquerque *et al.* (2019): impacto da automação (a partir da compatibilização da CBO-O*NET e das variáveis “tarefas” e zonas de trabalho/nível de preparo, observando a questão do deslocamento da fronteira).
- Frey e Osborne (2017): impacto da automação (definição do conceito de gargalo tecnológico), palavras-chave para definir tecnologia 4.0 ou digital.
- Gadelha (2021): definição do conceito e das palavras-chave vinculadas ao CEIS 4.0.
- OCDE (2016): palavras-chave para definir tecnologia 4.0 ou digital.
- Negri e Uziel (2020): palavras-chave para definir medicina de precisão.

- Oficina realizada com Aguinaldo Nogueira Maciente, do IPEA e OIT, na data de 18/11/2021.

O quadro a seguir apresenta o dicionário de palavras-chave e termos associados às tecnologias 4.0 na saúde que foram utilizados para construir a metodologia.

Quadro 1 - Palavras-chave associadas às tecnologias 4.0

Palavras-Chave	Referências
<i>Big Data/ Big Data Analytics</i>	Frey e Osborne (2017); Gadelha (2021); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019); Negri e Uziel (2020); OCDE (2016)
Biologia Sintética/ <i>Synthetic Biology</i>	OCDE (2016)
Biossensores / <i>wearables</i>	Negri e Uziel (2020); Maciente, Rauen e Kubota (2019)
Biotecnologia	Gadelha (2021)
<i>Blockchain</i>	OCDE (2016)
<i>Cloud Computing</i>	Frey e Osborne (2017); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019)
Edição Genética	Gadelha (2021); Negri e Uziel (2020)
Inteligência Artificial / <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	Frey e Osborne (2017); Gadelha (2021); Maciente (2012a e b, 2014bhh, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019); Negri e Uziel (2020); OCDE (2016)
Internet das Coisas/ <i>Internet of Things (IoT)</i>	Frey e Osborne (2017); Gadelha (2021); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019); OCDE (2016)
<i>Machine Learning</i>	Frey e Osborne (2017); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019)
Manufatura 4.0/ Manufatura Aditiva/ <i>Additive Manufacturing</i>	Frey e Osborne (2017); Gadelha (2021); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019); OCDE (2016)
Medicina de Precisão	Negri e Uziel (2020)
Nanotecnologias/ Nanomateriais	Frey e Osborne (2017); Gadelha (2021); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019); OCDE (2016)
Neurotecnologias	OCDE (2016)
Robótica de Precisão	Frey e Osborne (2017); Gadelha (2021); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019); OCDE (2016)
Terapias Celulares/ Terapias Gênicas	Negri e Uziel (2020)
Testes Genéticos	Negri e Uziel (2020)
Transformação Digital	Frey e Osborne (2017); Maciente (2012a e b, 2014, 2016); Maciente e Kubota (2019); Maciente, Rauen e Kubota (2019)

Fonte: Elaboração dos autores.

1.2. Lacunas existentes na fase 2 e o que avançamos na fase 3

Novas fontes e novos tipos de informações:

- consulta a especialistas (para além das entrevistas), com foco de discutir a metodologia.
- novas fontes (para além da O*NET): IMIA e SBIS (conceito; competências; habilidades; formação); FDA (equipamentos médicos); CETIC – TIC Saúde; NETHIS; COACH (conceito; competências) e OWES (ocupações e perfil ocupacional).
- novos achados: novos conceitos (e variáveis) e novos fundamentos para as metodologias e para as Políticas Públicas.

Novos conteúdos:

- Especificidades de saúde: foram consultadas(os) referências e especialistas sobre a discussão das novas tecnologias na área da saúde e o conceito central abordado é o da “saúde digital” como sinônimo da “saúde 4.0”. Contudo, essa análise está restrita aos serviços de saúde e na nossa pesquisa precisamos expandir para todos os setores do CEIS.
- Especificidades para o Brasil: adaptação do manual (SBIS, 2016) e pesquisa TIC Saúde (CETIC).
- Conceito central: saúde digital e informática da saúde. Isso leva ao foco sobre a ocupação de informática em saúde (NETHIS, 2021, 2022; SBIS, 2016; IMIA, 2022).
- Para a classificação de ferramentas e equipamentos que podem ser passíveis de integração às tecnologias 4.0, a dimensão do software é determinante. A partir da existência de softwares que interajam com, por exemplo, grandes bases de dados e estejam programados com tecnologias de inteligência artificial e machine learning, até mesmo equipamentos como mesas de cirurgias poderão fazer parte do ecossistema 4.0. Quando o software (elo central entre o equipamento e banco de dados) se conecta ao hardware denomina-se "software embarcado". Depois este vai se integrar e interagir com o software de base de dados (ESPECIALISTAS 1 e 2).
- No entanto, na saúde não se pode associar as tecnologias 4.0 somente às tecnologias digitais ou de informática, pois elas envolvem também:
 - conforme já fora tratado na Fase 2 e está apresentado nas referências e no quadro de palavras-chave;
 - na saúde existe o lado “Health-Info-Tech”, mas também existe o lado com os seguintes avanços tecnológicos: Nano, Terapia Molecular, Reprogenética, Neurociência, Biologia Sintética (Monsorens de Sá, NETHIS, 2022);

- *converging technologies for improving human performance 2025* (MONSORES DE SÁ, NETHIS, 2022): tecnologias convergentes denominadas por NBIC que envolve “nano-bio-info-cogno”, ou seja, a nanociência e nanotecnologia, a biotecnologia e biomedicina (incluindo engenharia genética), a tecnologia da informação (incluindo computação e comunicação avançada) e a ciência cognitiva (incluindo a neurociência);
 - convergência ampliada (Monsores de Sá, NETHIS, 2022): NBIC (Nano - Bio - Info – Cogno); GRINN (Genetic, Robotic, Info, Nano, Neuro); BANG (Bits, Atoms, Neurons, Genes (MONSORES DE SÁ, NETHIS, 2022));
 - combinações de tecnologias: automação, robótica, Inteligência Artificial e aprendizado de máquina (ML); robô, software e IA; IA e ML com robôs e/ou com softwares, associados à computação em nuvem (“Open IA”) (AUTOR; MINDELL; REYNOLDS, 2020);
 - constelação de conceitos, técnicas e métodos (PETITGAND – NETHIS, 2021, 2022).
- Combinação e integração tanto de tecnologias, quanto de competências para diversas ocupações envolvidas nos serviços de saúde.
 - Competências profissionais essenciais do profissional de informática em saúde: é um profissional multidisciplinar e com três eixos básicos de competências: saúde, gestão e TIC (SBIS, 2016). É importante enfatizar a raridade e a relevância que tem assumido (e assumirá ainda mais) esses profissionais na transformação do CEIS em CEIS 4.0, inclusive ao fazer as pontes entre os serviços de saúde e as estruturas tecnológicas.
 - As competências dos profissionais são passíveis de certificação. Assim como existe a certificação dos cursos de informática em saúde e dos hospitais, denominados de “hospitais 4.0”.
 - Existem diferentes níveis/ graus de uso e de maturidade da tecnologia. Os usuários podem ser classificados em três níveis de conhecimento (e cada um deles tem três subníveis): *user*, *power user* e *expert* (ESPECIALISTA 2). Outra fonte define que são três os papéis para o profissional de informática em saúde: *user*, *generalist* e *specialist* (IMIA, 2022).
 - Novas variáveis, com destaque para: habilidades tecnológicas, ferramentas, competências, *soft skills*.

1.3. Aprofundamento e discussão dos modelos teórico-analíticos

1.3.1. Novas referências e o que trazem de novo

O quadro a seguir apresenta quais foram as novas referências consultadas e analisadas para o desenvolvimento e a descrição metodológica. Elas **também** embasaram a

discussão e a proposição das políticas públicas. Associado a elas estão os conteúdos centrais que acrescentam novas possibilidades metodológicas e de análise do processo de incorporação das tecnologias nas ocupações do CEIS.

Quadro 2 – Novas referências teórico-conceituais

Referência	Conteúdo
DURANTE (2022)	<p>Nova metodologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ISCO-08: classificação ocupacional internacional ● RAIS: número de ocupados no mercado de trabalho formal do Brasil ● CBO: classificação ocupacional no mercado de trabalho do Brasil ● OEWS (Occupational Employment and Wage Statistics): número de ocupados no mercado de trabalho dos EUA ● SOC 2019: classificação ocupacional no mercado de trabalho dos EUA ● O*NET não fornece estimativas para o emprego ● WEF (2020): ocupações emergentes e ocupações com maior tendência de automação ● Correspondência entre ocupações: WEF (2020) e SOC-ISCO-CBO ● Quantitativo de ocupados e evolução (2009-2019): EUA (OEWS) versus Brasil (RAIS) ● tendências - Brasil versus EUA <p>Novas variáveis: habilidades; “soft skills”; ocupações emergentes e ocupações com maior tendência de automação</p> <p>Novas fontes: Occupational Employment and Wage Statistics (OEWS)</p> <p>Novas referências: WEF (2020); Instituto McKinsey (2016)</p>
WEF (2020)	Ocupações emergentes e ocupações com maior tendência de automação
UNDP/PNUD (2022)	<p>Incertezas sobre a vida humana e o novo complexo de incerteza</p> <p>Inteligência Artificial e a automatização das tarefas humanas</p>
IMIA BICHELFINDLAY <i>et al.</i> (2022)	Competências do “Biomedical and Health Informatics”
SBIS (2016)	Competências do Profissional de Informática em Saúde
SBIS	Sistemas Inteligentes para Saúde: Desafios da Ética e

XIX CBIS - ANAIS (2022)	Governança
CETIC TIC Saúde PORTILHO (2022)	Pesquisa nacional TIC Saúde: 1) mapear a infraestrutura TIC nos estabelecimentos de saúde; 2) medir a apropriação das TIC por profissionais da Saúde
MIT / TIC SAÚDE-CETIC AUTOR, MINDELL e REYNOLDS (2020)	Inteligência Artificial e Trabalho - O trabalho do futuro: moldando a tecnologia e as instituições
FDA BENJAMENS, DHUNNOO e MESKÓ (2020)	Dispositivos médicos e algoritmos aprovados pela FDA baseados em inteligência artificial Site da FDA – documentos e lista de equipamentos e softwares médicos baseados em Inteligência Artificial e <i>Machine Learning</i>
Fiocruz Brasília NETHIS (2021, 2022)	Inteligência Artificial e desigualdade na saúde Inteligência Artificial e Saúde para Todos - Cécile Petigand (2021) Inteligência Artificial e Desigualdades em Saúde - Felix Rigoli e Natan Monsores (2022) Inovações em Saúde Digital - Cécile Petitgand e Hudson Silva (2022)
ABRASCÃO (2022); GEPS e GPDES (2022); LEITE (2022); SILVEIRA (2011; 2020; 2021a; 2021b)	Tecnologia digital, colonialismo de dados, democracia e desigualdade na saúde

Fonte: Elaboração dos autores.

1.3.2. Oficinas com especialistas e o que trazem de novo

O quadro a seguir apresenta quais foram as oficinas realizadas com especialistas e quais são as suas áreas de formação e de atuação; assim como apresenta qual foi o conteúdo principal discutido pelos profissionais. Os especialistas foram consultados diante da percepção de que a construção da metodologia e a análise dos processos de mudança referentes ao conteúdo das ocupações do CEIS demanda as referências, os conceitos e as ferramentas analíticas de outras áreas de conhecimento, como a área da saúde em si, quanto a área de física médica e informática em saúde, dentre outras. Isso é um reflexo, inclusive, do caráter das mudanças observadas no CEIS associadas ao perfil cada vez mais complexo e multidisciplinar da formação e da atuação dos profissionais alocados na produção, na pesquisa, no ensino e nos serviços de saúde.

Quadro 3 – Oficinas metodológicas com especialistas

Especialista	Atuação	Conteúdo
Físico Médico	Serviço privado de	Equipamentos de radiologia podem conter as tecnologias 4.0

	saúde	<p>Equipamentos de radioterapia: não necessariamente possuem a tecnologia 4.0, mas todos os softwares que criam o planejamento de tratamento dos pacientes podem ter inteligência artificial e principalmente <i>machine learning</i>.</p> <p>Equipamentos mais modernos que têm sistemas automáticos de monitoramento podem conter as tecnologias 4.0.</p> <p>Equipamentos de imagem podem estar associados a algum <i>software</i> que analisa as imagens de forma automática para gerar diagnósticos.</p> <p>IMPORTANTE: considerar o equipamento (<i>hardware</i>), mas também o <i>software</i> que pode estar a ele associado.</p>
Cientista Biomédico e de Computação	<p>Informática em saúde (pesquisa, desenvolvimento e formação/ensino)</p>	<p>As mudanças acontecem de forma muito rápida e cada vez com um intervalo menor de tempo.</p> <p>Mudanças de paradigma na saúde: 1) saúde 3.0 para 4.0 em função da tecnologia digital. Neste caso é preciso considerar que o <i>software</i> (que é o mais importante) pode se conectar ao <i>hardware</i> / equipamento, constituindo o que é chamado de “<i>software embarcado</i>”. Depois acontece a integração e a interação com <i>software</i> de base de dados; 2) no futuro vamos ver a transformação da saúde 4.0 para a saúde 5.0 (distância, robótica).</p> <p>Conceito central: saúde digital e informática em saúde. Associado a ele, outros conceitos importantes: integração, interoperabilidade, nível de maturidade e de uso.</p> <p>Ocupação central: profissional de informática de saúde.</p> <p>Profissional ou equipe plena (“top”) deve ter as seguintes competências ou especialidades: saúde, digital e gestão.</p> <p>Manual com as competências do profissional de informática de saúde.</p> <p>Certificação do <i>software</i>, do profissional, do hospital e dos cursos vinculados à informática em saúde.</p> <p>No caso do profissional: currículo formativo e mínimo de habilidades e conhecimento profundo (vinculado à informática em saúde).</p> <p>Complexidade na análise das ocupações. Pode-se dizer que existe uma matriz de análise e identificação das ocupações que deve levar em consideração: 1) diferentes variáveis e diferentes combinações entre elas - habilidade, competência/conhecimento muito profundo, atividade, ferramenta; 2) diferentes níveis/ graus de uso e de maturidade da tecnologia (utilizada ou desenvolvida) – variedade e sutileza; às vezes a ocupação é a mesma, mas os graus/níveis são diferentes; especialização e superespecialização; junção de diferentes especialidades – o profissional ou a equipe deve ser inter-multi-trans; diferentes especialidades (dentro da área médica) têm uso radicalmente diferente em termos da tecnologia e de equipamentos.</p> <p>Mudança 4.0: é fundamental a mudança educacional e cultural (de todos os profissionais).</p> <p>Grau de uso das tecnologias digitais: pesquisa longitudinal sobre grau de uso, grau de adoção, grau de certificação.</p> <p>Três níveis de conhecimento (e cada um deles tem três</p>

		subníveis): <i>user</i> , <i>power user</i> e <i>expert</i> . A última atualização foi feita em 2010 e nova versão será divulgada em 2023 (existem habilidades que não existiam em 2010, como, por exemplo, a vinculada ao Big Data, e que vai entrar no lugar da bioestatística).
Economista	Pesquisa em saúde digital (TIC saúde)	<p>Conceito central: saúde digital e TIC saúde.</p> <p>Ocupação central: profissional de informática de saúde.</p> <p>Manual com as competências do profissional de informática de saúde.</p> <p>Pesquisa nacional TIC Saúde (2013-2022): 1) mapear a infraestrutura TIC nos estabelecimentos de saúde; 2) medir a apropriação das TIC por profissionais da saúde (médico e enfermeiro).</p> <p>Questionário desenvolvido pela OCDE e adaptado pela CEPAL para o contexto latino-americano. O Brasil é o país de referência e, por isso, a pesquisa é realizada anualmente no país.</p> <p>Participação na oficina de adaptação para o Brasil das ocupações e competências de referência internacional ligadas à informática em saúde (realizada também pela Sociedade Brasileira de Informática em Saúde e que aconteceu no XIX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, em 2022).</p> <p>Há também um amplo debate sobre o desenvolvimento e a implementação da questão da saúde digital no Brasil, que tem avançado nos últimos anos e que precisamos nos apropriar. Dentre as questões destaca-se a necessidade da regulamentação da segurança desses dados.</p>

Fonte: Elaboração dos autores.

2.1. Modelo 1 - Nível de incidência (IPT 4.0)

2.1.1. Ponto de partida: resultados alcançados na Fase 2

As principais referências utilizadas na Fase 2 foram: Maciente (2012a e b, 2014, 2016), Maciente e Kubota (2019) e Maciente, Rauen e Kubota (2019), Albuquerque *et al.* (2019), Frey e Osborne (2017), Gadelha (2021), OCDE (2016): palavras-chave para definir tecnologia 4.0 ou digital, Negri e Uziel (2020).

E as principais bases de dados utilizadas na Fase 2 estão dispostas no quadro a seguir.

Quadro 4 – Bases de dados

Bases de dados		
Informações	CBO	O*NET
Data última atualização	2002	Ago.2021 (SOC - 2018) Atualização parcial anual (10% das ocupações)

Nº de ocupações	2.652	1.016
Nº de dígitos	6	8
Descritores do Perfil Ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> ● Características de trabalho ● Condições gerais de exercício ● Formação e experiência ● Atividades ● Competências pessoais Recursos de trabalho 	<p>Descritores do trabalhador organizados nos seguintes domínios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Características do trabalhador ● Requerimentos relativos ao trabalhador ● Experiência do trabalhador <p>Descritores das ocupações organizados nos seguintes domínios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Requerimentos ocupacionais ● Características da força de trabalho ● Informações específicas da ocupação <p>➤ tarefas, habilidades tecnológicas, ferramentas</p>

Fonte: Elaboração dos autores.

Abaixo segue a descrição das etapas de construção da metodologia, desenvolvidas na fase anterior da pesquisa. Fizemos essas passagens para a construção do IPT.

COMPATIBILIZAÇÃO CBO - O*NET - CBO:

- 6 dígitos da CBO (ocupação) e 8 dígitos da O*NET (ocupação);
- Para não deixar de captar qualquer uma das ocupações:
 - A compatibilização foi realizada em dois sentidos: da CBO para a O*NET; e da O*NET para a CBO;
 - As duas listas foram comparadas e foram analisadas as ocupações caso a caso (CEIS abrangente¹);
- Quantidade final de ocupações foi de: 298 da CBO (todas as ocupações do CEIS restrito e abrangente) e 163 ocupações da O*NET, sendo que:
 - Algumas ocupações da CBO foram associadas a mais de uma ocupação da O*NET; algumas ocupações da O*NET estão associadas a mais de uma ocupação da CBO;
- As compatibilizações foram classificadas como : A (precisão na compatibilização); B (encontramos uma ocupação próxima); C (não existe compatibilização na O*NET então selecionamos o mais próximo possível);

¹ A definição de CEIS restrito e CEIS abrangente encontra-se no Relatório Metodológico da Fase 1.

- Casos de dúvidas: checagem via 1) sinônimos; 2) perfil ocupacional na CBO 3) perfil ocupacional na O*NET;

DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ANÁLISE:

- Variável TAREFAS (*tasks*): apresenta quais são as tarefas específicas de cada uma das ocupações - foram analisadas em profundidade;
- Variáveis “ferramentas” (*tools*) e “habilidades tecnológicas” (*technology skills*): poderão agregar elementos importantes para etapas futuras;

DEFINIÇÃO DAS PALAVRAS-CHAVE:

- Busca inicial baseada nas palavras enfatizadas pela literatura consultada → Poucos resultados encontrados;
- Readaptação das palavras-chave:
 - Definição de “radicais” → Captam maior amplitude de possibilidades e evitam dupla contagem;
 - Análise individual de cada tarefa (1.090) para observação empírica de palavras associadas a tecnologias 4.0;
 - Testes para a retirada de palavras que estivessem filtrando ideias dissociadas de tecnologias 4.0;

DEFINIÇÃO DOS SCORES:

- Presença de palavra-chave = 1; Ausência de palavra-chave = 0;
- Palavras-chave: mais específicas → Peso 2; Menos específicas → Peso 1 (em relação a termos vinculados a 4.0);
- Combinação: Maior quantidade de palavras-chave = Maior incidência de tecnologias 4.0;

PONDERAÇÕES:

- Número de tarefas é variado entre as ocupações: foi feita a divisão da pontuação pelo número de tarefas de cada ocupação, para nivelar a comparação entre as ocupações;
- Na ponderação por nível de compatibilização foi atribuído o valor de “3” para nível A, o valor de “2” para nível B e “1” para nível C;
 - No caso de a ocupação CBO ter sido compatibilizada com mais de uma

ocupação O*NET, foi calculada a média ponderada pelo nível de compatibilização;

- Ao final, foi somado (incluindo todas as ponderações) o total de pontuação para cada uma das ocupações.

A tabela a seguir apresenta o resultado da metodologia aplicada às bases de dados das ocupações.

Tabela 1 – Distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0

Nível de IPT 4.0	N.	%
Muito alto	15	5.2
Alto	59	20.3
Médio alto	98	33.8
Médio baixo	45	15.5
Baixo	50	17.2
Muito baixo	23	7.9
Total	290	100

Fonte: Elaboração dos autores.

O outro quadro apresenta quais são os setores de atividade das ocupações de muito alta IPT 4.0.

Quadro 5 – Distribuição das ocupações de muito alto IPT 4.0 por setor de atividade

Ocupações	Setor
Analista de informação em saúde	serviço e atendimento
Biomédico	serviço e atendimento
Geneticista	serviço e atendimento
Médico geneticista	serviço e atendimento
Médico neurologista	serviço e atendimento
Médico radioterapeuta	serviço e atendimento
Tecnólogo em gestão hospitalar	serviço e atendimento
Tecnólogo em sistemas biomédicos	serviço e

	atendimento
Montador de equipamentos eletrônicos (aparelhos médicos)	produção e manutenção
Téc. Manut. de equipamentos e instrumentos médico-hospitalares	produção e manutenção
Bioengenheiro	pesquisa e ensino
Bioteecnologista	pesquisa e ensino
Pesquisador em biologia humana	pesquisa e ensino
Técnico de apoio à bioengenharia	pesquisa e ensino
Técnico em bioterismo	pesquisa e ensino

Fonte: Elaboração dos autores.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

- Existem ocupações não-CEIS ligadas à tecnologia 4.0 presentes na O*NET (muitas delas que não possuem correspondência na CBO) → evidência da atualização das bases de dados dos EUA e da existência do chamado “trabalho do futuro”.
 - Por exemplo: *Nanosystems Engineers, Nanotechnology Engineering Technologists and Technicians, Blockchain Engineers, Data Scientists, Database Architects, Information Security Analysts, Intelligence Analysts, Remote Sensing Scientists and Technologists, Remote Sensing Technicians, Robotics Engineers, Robotics Technicians, Software Developers.*
- Existem ocupações CEIS na O*NET que não tem correspondência na CBO, com destaque para aquelas vinculadas à tecnologia 4.0 → evidência que nossas bases estão desatualizadas e/ou que estamos longe do padrão de incorporação tecnológica dos EUA.
 - Por exemplo: *Bioinformatics Scientists, Bioinformatics Technicians, Biostatisticians, Clinical Data Managers, Health Information Technologists and Medical Registrars.*

2.1.2. Novas variáveis: habilidades tecnológicas e ferramentas

O modelo 1 começou a ser construído na segunda etapa e foi aprofundado agora nesta terceira etapa. No modelo construído na Fase 2 foi analisado o nível de incidência das tecnologias 4.0 no conteúdo das ocupações através do estudo das tarefas de todas as ocupações do CEIS. Na terceira etapa algumas questões metodológicas foram aprimoradas ou incorporadas, quais sejam: 1) análise da possibilidade de diferenciação das tarefas em “core” e “supplemental”; e 2) inclusão de novas variáveis disponíveis nas bases da O*NET: “habilidades tecnológicas” (*technology skills*) e “ferramentas” (*tools used*).

Com relação ao processo de trabalho com a diferenciação entre tarefa central (*core*) ou suplementar (*supplemental*), a ideia inicial era dar um peso maior para a tarefa considerada a central para determinada ocupação. De acordo com a O*NET:

- “Core Tasks: tasks that are central to the occupation (i.e., could be expected to be performed by the majority of incumbents)”; e
- “Periphery Tasks: tasks that are not central to the occupation, as well as those that are support tasks (i.e., in some occupations tasks such as supervisory and report writing activities)”.

Contudo, quando foi analisada a base de ocupações da O*NET e suas respectivas tarefas, não foi possível utilizar essa diferenciação como ponderação das tarefas, pois para 20 ocupações do CEIS existem tarefas que não foram classificadas em qualquer uma destas duas categorias, o que se observa para o caso de mais de uma tarefa ou de todas as tarefas atreladas àquela ocupação.

2.1.2.1. Habilidades tecnológicas

No caso do processo de trabalho com a variável “Habilidades Tecnológicas” será apresentado qual foi o encaminhamento final utilizado para a sua inclusão no modelo. Uma primeira informação relevante é que esta variável está vinculada ao uso de *softwares*, o qual foi apontado pelos especialistas consultados como central para a caracterização de tecnologias 4.0.

A partir do filtro das ocupações do CEIS, logo, já no universo das profissionais alocados no complexo e de suas características ocupacionais vinculadas ao uso de *softwares*, analisamos cada uma das habilidades tecnológicas (um total de 82 habilidades) e excluimos aquelas que não tinham qualquer relação, nem potencial, com as tecnologias 4.0 e a elas foi associada a pontuação “0”.

Na sequência, analisamos as palavras-chave das demais habilidades, em duas etapas: 1ª) para definir a lista de palavras-chave, que precisava ser diferente da lista já definida para as tarefas, dado que o conteúdo desta variável era diferente; 2ª) para fazer a diferenciação na pontuação entre potencial disruptivo (peso 2) e não disruptivo (peso 1).

Abaixo segue um quadro com as listas de palavras-chave para as tarefas e as habilidades tecnológicas e as respectivas ponderações, elaboradas nas fases 2 e 3 da pesquisa.

Quadro 6 – Dicionário de palavras-chave

Fase 2		Fase 3	
Palavras-chave – Tarefas	Peso	Palavras-chave – Habilidades tecnológicas	Peso
Accelerat	1	Aided	2
Accura	1	Analysis	2
Analy*	1	Analytical	2
Artificial	2	Application	1
Atomic	1	Architecture	1
Base*	1	Backup	1

Bioinformatic	2	Base	2
Biolog	1	Categorization	1
Biomanufactur	2	Charting	1
Biomedical	1	Classification	1
Biometric	2	Cloud	2
Bioproduction	2	Computer	1
Cell	1	Connectivity	1
Chemist	1	Control	1
Code	1	Data	2
Comput	1	Development	1
Data	1	Emulation	2
Design	1	Expert	2
Develop*	1	Graphics	1
Device	1	Imaging	1
Diagnos*	1	Industrial	1
Dna	2	Information	2
Electro	1	Integration	1
Engineer	2	Intelligence	2
Epidemiologic	1	Logistics	1
Equipment	1	Management	1
Gene	2	Manufacture	1
Genomic	2	Manufacturing	1
Immunolog	1	Medical	2
Industrial	1	Metadata	2
Information	1	Mining	2
Innovat	2	Mobile	1
Interpret	1	Network	1
Mathemat	2	Photo	1
Model	2	Planning	1
Molecul	1	Platform	2
Neuro	2	Recoignition	2
New	2	Reporting	1
Physics	1	Retrieval	1
Record	1	Scanning	2
Research	1	Scientific	2
Science	1	Search	1
Simulation	2	Spreadsheet	1
Software	2	System*	1
Statistic	2	Test/testing	1
Submicroscopic	1	Video	1
Technolog	2	Voice	1

Nota: *Foram retiradas na versão final. Fonte: Elaboração dos autores.

Outra questão muito importante identificada ao longo do desenvolvimento desta nova etapa foi a percepção de que esse tipo de análise requer o conhecimento de outros especialistas, diante dos desafios técnicos encontrados ao longo da identificação das habilidades tecnológicas, que está associado aos *softwares*, o que, inclusive, fez parte de nossos achados de pesquisa e guiou nossas propostas de políticas públicas associadas à temática estudada.

Além disso, uma das habilidades merece destaque e pode ser analisada com mais profundidade: “*medical software*”. Segundo a O*NET, essa habilidade está associada à:

“Software tool for evaluating, planning, or redesigning hospital and other healthcare procedures. The animated and graphical output reports show the behavior of certain patients and their performance”. Em anexo está apresentada a lista de ocupações que desenvolvem/utilizam o software médico.

2.1.2.2. Ferramentas

Já a variável “Ferramentas” representa a dimensão dos *hardwares* utilizados pelas ocupações do CEIS, os quais, como também apontado pelos especialistas consultados, representam outra dimensão essencial para a análise da incidência potencial das tecnologias 4.0 no CEIS, principalmente quando associada a determinados tipos de softwares, conforme mencionado na seção 1.3.2.

O ponto de partida também foi aplicar o filtro das ocupações do CEIS (um total de 1.852 ferramentas). O primeiro passo foi a exclusão daquelas que não tem vinculação com às tecnologias 4.0, a partir dos seguintes critérios: 1) não tem qualquer relação direta com a saúde (nem com os serviços de saúde e nem com a indústria ou com a pesquisa); 2) ou tem relação com os serviços de saúde, mas é algo ligado à atividade mais mecânica; 3) ou tem relação com alguma atividade mecânica, eletrônica ou digital mais simples ou manual.

O segundo passo foi separar as demais ferramentas em dois grupos: 1) aquelas com forte relação com as atividades do CEIS e com os serviços de saúde, e com possibilidade futura de vinculação com as tecnologias 4.0 (com pontuação 1); 2) aquelas com forte relação com o CEIS (serviços de saúde, produção e pesquisa), com forte vinculação com os termos técnicos e tecnológicos do universo 4.0 (já presente ou com elevado potencial) e com uma ocupação específica e/ou com exemplos de ferramentas específicos associados (com pontuação 2). Sobre este último ponto, cabe explicar que quando existia uma dúvida sobre a classificação da ferramenta foi(s) analisada(s) a(s) ocupação(s) associada(s) à ela, ou seja, foi(s) analisada(s) qual(s) a(s) ocupação(s) que a utiliza na execução das suas tarefas; além de serem analisados os exemplos de cada um dos tipos de ferramentas.

No caso desta variável, não foi possível identificar uma lista de palavras-chave tal como fora realizado para as outras duas variáveis. Isso porque se nos baseássemos apenas nos termos ou radicais isso geraria uma distorção nos resultados pois acabaríamos precisando definir uma lista mais completa e com termos/radicais mais gerais e menos específicos, o que acabaria por incluir também algumas ferramentas sem qualquer tipo de associação com as tecnologias 4.0. Desta forma, a solução encontrada foi considerar a palavra completa (o nome completo) descritora de cada uma das ferramentas.

É importante comentar que a análise da palavra-chave isolada no universo das ferramentas nos ajudou a: descobrir novas palavras-chave associadas ao 4.0; perceber que

é preciso filtrar e pontuar pelo termo completo; na tomada de decisão de classificar entre mais disruptivo (pontuação 2) e menos disruptivo (pontuação 1).

Tal como aconteceu com a análise da variável das “habilidades tecnológicas”, mas com ainda maior intensidade no caso das ferramentas, depara-se com a percepção de que esse tipo de análise requer o conhecimento de outros especialistas, diante dos desafios técnicos encontrados ao longo da identificação das ferramentas e equipamentos. Então, neste momento do desenvolvimento da metodologia, a equipe agendou oficinas com estes especialistas, tanto para validar a metodologia aqui desenvolvida, quanto para identificar as suas limitações e a necessidade de incluir novas variáveis e novas fontes de informações, para além da O*NET. Os especialistas consultados possuem formação e atuam na área médica e/ou na área das tecnologias digitais, associadas ou não à saúde.

A partir da oficina com os especialistas surgiu uma outra questão muito importante vinculada aos equipamentos que é a possibilidade de o objeto, que a princípio não tem em si ou não na sua atual versão qualquer sinal de alguma das tecnologias 4.0, ser automatizado ou se associar a algum software de alta tecnologia. De acordo com um dos especialistas, quando o software se associa a um hardware denomina-se de “software embarcado”, ou seja, quando existe um programa digital que controla a execução; e ainda, o equipamento ou mesmo este software pode se integrar e interagir com outro software de base de dados. A princípio, estes equipamentos podem parecer distantes do universo 4.0, logo, é importante uma avaliação mais cuidadosa e com o anteparo de especialistas que tem acompanhado as tendências destas mudanças.

Outra questão que surgiu a partir de Petitgand (NETHIS, 2022) foi a consideração sobre as tecnologias médicas baseadas em Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning* (ML) que já foram aprovadas pela *Food and Drug Administration* (FDA). Os documentos e as listas nos dão pistas para identificar quais são os softwares e os equipamentos médicos que podem conter ou estar associados a estas novas tecnologias, ainda que não utilizem termos com compatibilização clara com aqueles utilizados pela variável das ferramentas da O*NET – o que exigiria novos esforços de compatibilização acompanhados da orientação de especialistas nas áreas envolvidas.

2.1.2.3. Resumo descritivo da versão final do Modelo 1 atualizado:

Variáveis selecionadas: tarefas, habilidades tecnológicas (*software*) e ferramentas (equipamentos/*hardware*)

- número de tarefas (associadas ao CEIS): 1.090 → todas foram consideradas;
- número de habilidades (associadas ao CEIS): 82 → todas foram consideradas e foram consultados especialistas;

- número de ferramentas (associadas ao CEIS): 1.852 → foram consideradas 264 (peso 1 ou 2) e foram consultados especialistas.

Critérios de filtro:

- Tarefas: palavra-chave (associadas aos termos referenciados na literatura quanto às tecnologias 4.0; lista com 43 palavras-chave); cada tarefa pontua por cada palavra-chave (pode existir mais de uma por tarefa);
- Habilidades tecnológicas: palavra-chave (diferentes das tarefas e associadas aos termos originais; lista com 46 palavras-chave); cada habilidade pontua por cada palavra-chave (pode existir mais de uma por tarefa);
- Ferramentas: “probabilidade” de incorporação ou associação às tecnologias 4.0. A tecnologia ou já está presente ou tem potencial, ou seja, o próprio equipamento já possui a tecnologia ou poderá ter as características tecnológicas 4.0 ao se automatizar/robotizar ou ao se associar a um *software*. O uso de palavra-chave não foi possível de ser adotado diante da variedade de palavras e do uso de palavras que poderiam captar casos não associados ao 4.0 ou deixar de captar alguns destes casos. O critério foi a ferramenta (seu nome) de forma individualizada.

Ponderações, pesos e pontuação:

- Tarefas: peso da palavra-chave (ponderada pela proximidade em relação à literatura); cada tarefa pontua por cada palavra-chave que contém;
- Habilidades tecnológicas: peso da palavra-chave (ponderada pela proximidade em relação à literatura); cada habilidade pontua por cada palavra-chave que contém;
- Ferramentas: peso da palavra-chave; cada ferramenta pontua uma única vez (pois a palavra-chave é a própria denominação completa do equipamento).

Principais critérios para a identificação das tecnologias 4.0 nas habilidades (associadas ao uso de *software*) e nas ferramentas (associadas ao uso de equipamentos):

- Os critérios mais gerais utilizados foram:
 - funcionamento digital/computacional;
 - funcionamento automático;
 - geração e análise de imagem;
 - geração e análise de dados;
 - demanda capacidade analítica;
 - associado à genética ou à neurologia.

- Os critérios específicos para os tipos de software:
 - médico - atendimento e gestão;
 - base de dados;
 - imagem;
 - gestão;
 - controle (industrial).
- Os critérios específicos para os tipos de ferramentas/equipamentos/*hardware*:
 - médico tratamento/medicação/cirurgia;
 - médico diagnóstico de imagem;
 - médico diagnóstico clínico/laboratório;
 - laboratório análise clínica;
 - laboratório pesquisa;
 - fábrica/produção.

2.1.3. Resultados qualitativos parciais: mudança na classificação e no ranking das ocupações com a introdução de novas variáveis

Na tabela 1 e no quadro 5, apresentados anteriormente, estão dispostos os resultados da Fase 2 em relação à distribuição das ocupações da CBO pelos níveis de IPT 4.0 e à distribuição das ocupações de muito alto IPT 4.0 por setor de atividade, quando foi considerada apenas a variável tarefas. Como já fora explicado, nesta nova etapa associamos mais duas variáveis: habilidades tecnológicas e ferramentas, o que promoveu uma mudança nestas distribuições, conforme será apresentado em quadros a seguir (com o resultado para cada uma das variáveis em separado e para a análise conjunta das três).

De maneira geral, o ponto central a ser destacado é que essa nova versão do modelo com três variáveis (em separado ou combinadas) validou as escolhas técnicas (das próprias variáveis, do filtro por palavra-chave e dos diferentes pesos) que foram realizadas nas fases 2 e 3 da pesquisa. Ao mesmo tempo, evidenciou a importância do avanço metodológico com a inclusão de mais duas outras variáveis. O resultado do modelo completo - com a combinação das três variáveis - mostra que foram confirmados a classificação, a pontuação e/ou o posicionamento de algumas das ocupações, mas não de todas elas, provocando certa alteração na distribuição e no ranking final, sem, contudo, interferir na análise geral do mercado de trabalho do CEIS. Por outro lado, quando se analisam os resultados em separado - para cada uma das variáveis - é possível perceber diferentes efeitos sobre a classificação e o *ranking* das ocupações.

A próxima tabela mostra as diferenças entre as distribuições das ocupações entre os níveis de IPT 4.0 nas duas etapas metodológicas.

Tabela 2 – Distribuição das ocupações por nível de IPT 4.0 nas duas etapas da pesquisa

Nível de IPT 4.0	Fase 2: Variável tarefas		Fase 3: Combinação das três variáveis	
	N.	%	N.	%
Muito alto	15	5.2	14	4.8
Alto	59	20.3	52	17.8
Médio alto	98	33.8	80	27.4
Médio baixo	45	15.5	74	25.3
Baixo	50	17.2	43	14.7
Muito baixo	23	7.9	29	9.9
Total	290*	100	292*	100

Nota: *Existe uma pequena diferença no total por conta da atualização das bases de dados.

Fonte: Elaboração dos autores.

O próximo quadro mostra as diferenças na classificação das ocupações consideradas como de nível muito alto do IPT 4.0 e na sua distribuição por setor de atividade nas duas etapas metodológicas. De maneira geral, é importante destacar que algumas ocupações que estão classificadas em muito alto IPT 4.0 representam a síntese das três áreas de conhecimento básicas atreladas à “saúde digital”, quais sejam: saúde, TIC e gestão. E isso pode ser observado quando da combinação de três ocupações diferentes ou podem estar todas combinadas na ocupação que se aproxima do profissional de informática em saúde, que é a do “Analista de informação em saúde”.

Quadro 7 – Distribuição das ocupações de muito alto IPT 4.0 por setor de atividade nas duas etapas da pesquisa

Fase 2: Variável tarefas		Fase 3: Combinação das três variáveis	
Ocupações	Setor	Ocupações	Setor
Analista de informação em saúde	Serviço e atendimento	Analista de informação em saúde	Serviços e atendimento
Bioengenheiro	Pesquisa e ensino	Bioengenheiro	Pesquisa e ensino
Biomédico	Serviço e atendimento	Biomédico	Serviços e atendimento
Bioteecnologista	Pesquisa e ensino	Bioteecnologista	Pesquisa e ensino
Geneticista	Serviço e atendimento	Diretor de serviços de saúde	Serviços e atendimento
Médico geneticista	Serviço e atendimento	Físico (medicina)	Serviços e atendimento

Médico neurologista	Serviço e atendimento	Geneticista	Serviços e atendimento
Médico radioterapeuta	Serviço e atendimento	Gerente de serviços de saúde	Serviços e atendimento
Montador de equipamentos eletrônicos (aparelhos médicos)	Produção e manutenção	Médico geneticista	Serviços e atendimento
Pesquisador em biologia humana	Pesquisa e ensino	Montador de equipamentos eletrônicos (aparelhos médicos)	Produção e manutenção
Téc. Manut. de equipamentos e instrumentos médico-hospitalares	Produção e manutenção	Pesquisador em biologia animal	Veterinária e zootecnia
Técnico de apoio à bioengenharia	Pesquisa e ensino	Pesquisador em biologia humana	Pesquisa e ensino
Técnico em bioterismo	Pesquisa e ensino	Técnico de apoio à bioengenharia	Pesquisa e ensino
Tecnólogo em gestão hospitalar	Serviço e atendimento	Tecnólogo em gestão hospitalar	Serviços e atendimento
Tecnólogo em sistemas biomédicos	Serviço e atendimento		

Fonte: Elaboração dos autores.

Os próximos três quadros mostram o *ranking* e a classificação das ocupações entre os níveis de IPT 4.0 a partir da análise das três variáveis em separado – tarefas, habilidades tecnológicas e ferramentas – selecionado o conjunto de ocupações que abarca todas aquelas que foram classificadas como sendo de muito alto IPT 4.0. É importante perceber que para cada uma das variáveis, em separado, a classificação das ocupações por nível de IPT 4.0 foi diferente. No entanto, algumas ocupações se mantiveram classificadas da mesma forma, com destaque aqui para as de nível muito alto, apresentando uma posição no *ranking* semelhante ou próxima, ou até muito diferente. Além disso, o *ranking* geral de todas as ocupações também foi diferente quando se comparam os resultados das análises das três variáveis em separado.

Quadro 8 – Ranking e distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0 a partir da variável tarefas* (ocupações selecionadas)

Ranking	Nome CBO	Classificação IPT
1	Geneticista	Muito alto
2	Médico geneticista	Muito alto
3	Bioengenheiro	Muito alto
4	Montador de equipamentos eletrônicos (aparelhos médicos)	Muito alto
5	Técnico de apoio à bioengenharia	Muito alto
6	Biotecnologista	Muito alto
7	Biomédico	Muito alto
8	Médico neurologista	Alto
9	Físico (medicina)	Muito alto
10	Pesquisador em biologia humana	Muito alto

11	Analista de informação em saúde	Muito alto
12	Tecnólogo em gestão hospitalar	Muito alto
13	Engenheiro de segurança do trabalho	Alto
14	Tecnólogo em sistemas biomédicos	Médio alto
15	Técnico em manutenção de equipamentos e instrumentos médico-hospitalares	Médio alto
16	Técnico em métodos gráficos em cardiologia	Alto
17	Médico radioterapeuta	Médio baixo
18	Técnico em bioterismo	Alto
19	Pesquisador de clínica médica	Alto
20	Médico cardiologista	Baixo
21	Médico cirurgião cardiovascular	Baixo
22	Diretor de serviços de saúde	Muito alto
23	Gerente de serviços de saúde	Muito alto
115	Pesquisador em biologia animal	Muito alto

Nota: *Existe uma pequena diferença em relação aos resultados da Fase 2 por conta da atualização das bases de dados.

Fonte: Elaboração dos autores.

Quadro 9 – Ranking e distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0 a partir da variável habilidades tecnológicas (ocupações selecionadas)

Ranking	Nome CBO	Classificação IPT
1	Diretor de serviços de saúde	Muito alto
2	Gerente de serviços de saúde	Muito alto
3	Tecnólogo em gestão hospitalar	Muito alto
4	Analista de informação em saúde	Muito alto
5	Bioengenheiro	Muito alto
6	Montador de equipamentos eletrônicos (aparelhos médicos)	Muito alto
7	Técnico em segurança do trabalho	Alto
8	Técnico em higiene ocupacional	Alto
9	Agente de higiene e segurança	Alto
10	Tecnólogo em segurança do trabalho	Alto
11	Higienista ocupacional	Alto
12	Registrador de câncer	Alto
13	Técnico de apoio à bioengenharia	Muito alto
14	Físico (medicina)	Muito alto
15	Bioteecnologista	Muito alto
16	Biomédico	Muito alto
17	Médico infectologista	Alto
18	Cirurgião dentista – epidemiologista	Alto
19	Professor de psicologia do ensino superior	Alto
20	Professor de fisioterapia	Alto
21	Professor de fonoaudiologia	Alto

22	Professor de medicina	Alto
23	Professor de medicina veterinária	Alto
24	Professor de nutrição	Alto
25	Professor de odontologia	Alto
26	Professor de terapia ocupacional	Alto
27	Professor de zootecnia do ensino superior	Alto
28	Propagandista de produtos farmacêuticos	Médio alto
29	Engenheiro de segurança do trabalho	Alto
30	Professor de educação física no ensino médio	Médio alto
31	Professor de psicologia no ensino médio	Médio alto
32	Professor de educação física do ensino fundamental	Médio alto
33	Sanitarista	Médio alto
34	Pesquisador em saúde coletiva	Alto
35	Pesquisador de medicina básica	Alto
36	Pesquisador em psicologia	Alto
37	Pesquisador em biologia humana	Muito alto
38	Dietista	Médio alto
39	Nutricionista	Médio alto
40	Agente de saúde pública	Alto
41	Farmacêutico	Médio alto
42	Farmacêutico bioquímico	Médio alto
43	Farmacêutico analista clínico	Médio alto
44	Farmacêutico de alimentos	Médio alto
45	Farmacêutico práticas integrativas e complementares	Médio alto
46	Farmacêutico em saúde pública	Médio alto
47	Farmacêutico industrial	Médio alto
48	Farmacêutico toxicologista	Médio alto
49	Farmacêutico hospitalar e clínico	Médio alto
50	Pesquisador em medicina veterinária	Alto
51	Pesquisador em ciências da zootecnia	Alto
52	Fonoaudiólogo	Médio alto
53	Fonoaudiólogo geral	Médio alto
54	Fonoaudiólogo educacional	Médio alto
55	Fonoaudiólogo em audiologia	Médio alto
56	Fonoaudiólogo em disfagia	Médio alto
57	Fonoaudiólogo em linguagem	Médio alto
58	Fonoaudiólogo em motricidade orofacial	Médio alto
59	Fonoaudiólogo em saúde coletiva	Médio alto

60	Fonoaudiólogo em voz	Médio alto
61	Pesquisador em biologia animal	Muito alto
62	Professor de farmácia e bioquímica	Alto
63	Pesquisador de clínica médica	Alto
64	Pesquisador em biologia de microorganismos e parasitas	Alto
65	Arteterapeuta	Médio alto
66	Geneticista	Muito alto
67	Médico geneticista	Muito alto

Fonte: Elaboração dos autores.

Quadro 10 – Ranking e distribuição das ocupações pelos níveis de IPT 4.0 a partir da variável ferramentas (ocupações selecionadas)

Ranking	Nome CBO	Classificação IPT
1	Bioengenheiro	Muito alto
2	Biomédico	Muito alto
3	Pesquisador em biologia animal	Muito alto
4	Bioteecnologista	Muito alto
5	Físico (medicina)	Muito alto
6	Pesquisador de medicina básica	Alto
7	Pesquisador em psicologia	Alto
8	Técnico de apoio à bioengenharia	Muito alto
9	Professor de fisioterapia	Alto
10	Professor de fonoaudiologia	Alto
11	Professor de medicina	Alto
12	Professor de medicina veterinária	Alto
13	Professor de nutrição	Alto
14	Professor de odontologia	Alto
15	Professor de terapia ocupacional	Alto
16	Professor de zootecnia do ensino superior	Alto
17	Pesquisador em biologia de microorganismos e parasitas	Alto
18	Professor de farmácia e bioquímica	Alto
19	Pesquisador em biologia humana	Muito alto
64	Geneticista	Muito alto
65	Médico geneticista	Muito alto
79	Montador de equipamentos eletrônicos (aparelhos médicos)	Muito alto
147	Tecnólogo em gestão hospitalar	Muito alto

169	Analista de informação em saúde	Muito alto
254	Diretor de serviços de saúde	Muito alto
255	Gerente de serviços de saúde	Muito alto

Fonte: Elaboração dos autores.

2.1.4. Síntese: avanços, limitações e dificuldades

Quadro 11 – Síntese dos avanços, limitações e dificuldade do Modelo 1

Avanços	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão de duas variáveis; • Resultados mais sofisticados que os da etapa anterior; • Ponte para analisar a automação de maneira mais crítica (modelo 3); • Ocupações de IPT 4.0 muito alta: aproximam-se mais da “síntese” do que se espera de um profissional dedicado aos avanços da saúde digital (ocupações que estão envolvidos nas áreas de saúde, gestão e TICs, de maneira específica ou simultânea); • Conceitual: combinação/convergência/integração de diferentes tecnologias 4.0 (por exemplo: software e hardware; software de coleta de dados e software de banco e/ou de análise de dados); diferentes níveis de uso e de maturidade da tecnologia.
Limitações	<ul style="list-style-type: none"> • Base de dados (bases de dados nacionais são desatualizadas e possuem poucas opções de variáveis; limitações da compatibilização com bases internacionais); • Necessidade de adaptação de metodologias e padrões internacionais à análise da realidade brasileira; • Existência de materiais de apoio para a fundamentação da pesquisa em relação ao CEIS como um todo; • Sofisticação estatística do modelo quantitativo; • Grande necessidade de análise qualitativa (para lidar com as múltiplas variáveis envolvidas e definição dos critérios de seleção);
Dificuldades	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de equipe multidisciplinar (análise de conteúdos muito específicos nas áreas de conhecimento e na prática profissional); • Variáveis com número muito elevado de descritores, com necessidade de análise qualitativa (com elevados conteúdos técnicos) para definição dos critérios; • Compatibilização de bases de dados diferentes (CBO; O*NET; FDA);

Fonte: Elaboração dos autores.

2.2. Modelo 2 - Tipo de incidência (usuário versus desenvolvedor)

Durante a análise do nível de incidência (contemplada no Modelo 1), observou-se que muitas tarefas e muitas ocupações poderiam ter dois tipos diferentes de relação com à incorporação das tecnologias 4.0: de usuário ou de desenvolvedor. Sendo que, no caso do usuário, o profissional poderia ser um usuário mais básico ou pode ser um usuário mais sofisticado ou qualificado - ou seja, que necessita ter mais competências e habilidades e pode precisar executar tarefas mais sofisticadas para interagir com o software ou o equipamento.

Assim, o segundo modelo foi construído, centralmente, a partir da necessidade de qualificar o tipo de incidência tecnológica. No entanto, sua construção também dialoga

diretamente com o terceiro modelo que será aqui discutido, que se propõe a perceber o tipo de impacto destas tecnologias sobre o conteúdo das ocupações, no sentido de automatizar ou não a ocupação, na sua integralidade ou de maneira parcial (em parte das suas tarefas).

2.2.1. Principais referências bibliográficas e conceituais

As referências deste modelo e da sua discussão são as mesmas utilizadas no Modelo 1 e outras duas aqui citadas: Bichel-Findlay *et al.* (2022) e SBIS (2016). Estas duas novas referências trazem para a discussão a definição das competências do profissional de informática em saúde – central diante do panorama da emergência da “Saúde Digital” apresentado - e que, portanto, pode ajudar na análise aqui proposta.

2.2.2. Principais variáveis (tarefas; competências; análise holística)

2.2.2.1. Tarefas

A princípio a variável que mais faz sentido para o modelo e para a análise é a variável das tarefas, cuja forma de abordagem pode ser realizada através do verbo – por meio desta análise, é possível perceber qual é a ação realizada e se ela está ligada ao uso (e qual é o tipo ou o nível de uso) ou ao desenvolvimento. A proposta é ter como ponto de partida as ocupações de muito alto nível de IPT 4.0, que já contemplam as tarefas vinculadas às novas tecnologias (já apresentando habilidades mais elevadas e tecnológicas e já usam ferramentas mais sofisticadas), cujos verbos poderão ser utilizados para a montagem do dicionário de palavras-chave, usado para o filtro e para a ponderação desse novo modelo. Alguns exemplos de tarefas e seus respectivos verbos: *“Create or use statistical models for the analysis of genetic data”*; *“Design and maintain genetics computer databases”*; *“Plan or conduct basic genomic and biological research related to areas such as regulation of gene expression, protein interactions, metabolic networks, and nucleic acid or protein complexes”*.

A lista de verbos, simples ou combinados, que podemos considerar na construção do modelo, construída a partir das tarefas das ocupações de IPT 4.0 muito alto é a seguinte:

Quadro 12.A – Lista de verbos (únicos/simples)

Adapt or design	Direct	Make	Research	Abstract	Transfer
Advise	Disassemble	Manage	Resolve	Adjust	Treat
Analyze	Disseminate	Measure	Retrieve	Administer	Troubleshoot
Apply knowledge	Educate	Modify	Review	Approve	Weigh
Assemble	Enter	Monitor	Scan	Build	
Assign	Evaluate	Order	Schedule	Calibrate	
Attend	Examine	Participate	Search	Carry out	
Calculate	Explain	Perform	Select	Clarify	
Clean	Extract	Place	Set up	Classify	
Collaborate	Fabricate	Plan	Share	Code	
Collect	Facilitate	Post	Solder	Collect	

Communicate	Feed	Prepare	Specify	Deliver	
Compile	Identify	Prescribe	Study	Demonstrate	
Compute	Inform	Process	Supervise	Down	
Conduct	Input	Procure	Teach	Dress	
Confer	Inspect	Produce	Test	Execute	
Construct	Install	Program	Train	Implement	
Concslut	Instruct	Protect	Transcribe	Observe	
Consult	Integrate	Provide	Translate	Operate	
Contribute	Interpret	Read	Use	Organize	
Coordinate	Interview	Recommend	Verify	Outline	
Counsel	Investigate	Record	Write	Prioritize	
Create	Isolate	Refer		Promote	
Design	Keep	Release		Receive	
Determine	Lead	Repair		Ship	
Develop	Load	Replace		Substitute	
Diagnose	Maintain	Represent		Synthesize	

Fonte: Elaboração dos autores.

Quadro 12.B – Lista de verbos (compostos)

Analyze and interpret	Develop and maintain	Isolate, identify and prepare	Set up and operate
Assemble, test, or maintain	Develop or deliver	Load, receive, or ship	Set up, adjust, calibrate, clean, maintain, and troubleshoot
Calculate design	Develop or execute	Measure or weigh	Specify, coordinate, or conduct
Calculate or verify	Develop or implement	Modify, maintain, or repair	Study and manage
Clean, maintain and prepare	Develop or test	Monitor and observe	Supervise or advise
Compile and analyze	Develop, implement, or evaluate	Monitor or operate	Supervise or direct
Compile and maintain	Direct, coordinate, organize, or prioritize	Order or interpret	Supervise or perform
Conduct or supervise	Evaluate and recommend	Perform or interpret	Teach or advise
Construct and evaluate	Evaluate, diagnose, or treat	Plan and administer	Teach or supervise
Create and transfer	Explain or demonstrate	Plan and carry out	Test or calibrate
Create or use	Fabricate, dress down, or substitute	Plan or conduct	Test, evaluate, and classify
Design and deliver	Facilitate and promote	Plan, develop, maintain, or operate	Write or maintain
Design and maintain	Identify and outline	Plan, install, repair, or troubleshoot	
Design or build	Identify and resolve	Prepare or review	
Design or conduct	Identify and treat	Prepare, maintain, or review	
Design or develop	Identify, classify, and study	Prescribe or administer	
Design or direct	Identify, collect, record, or analyze	Process and prepare	
Design or modify	Identify, compile, abstract, and code	Program and use	
Design or perform	Inspect and test	Resolve or clarify	
Design, conduct, or provide	Install or maintain	Review, approve, or interpret	
Design, develop, select, test, implement, and evaluate	Isolate, analyze, or synthesize	Review, develop, or prepare	

Fonte: Elaboração dos autores.

2.2.2.2. Competências

Outra possibilidade é usar outra variável, associada ou não ao verbo, que é a variável das competências – ou seja: o “conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e/ou capacidade de decisão em uma determinada área ou foco do saber especializado” (SBIS, 2016, p. 6). A discussão metodológica que será apresentada pode também ajudar a aprimorar o Modelo 1 e a construir o Modelo 3.

Para isso, é possível tomar como base as competências do Profissional de Informática em Saúde, considerado pelos especialistas como sendo o personagem principal da chamada “saúde 4.0” ou “saúde digital”. De acordo com a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS, 2016), as tarefas específicas deste profissional mudam a depender de qual é o local em que atua, mas que é possível definir uma caracterização básica e essencial.

O conjunto de competências para os profissionais de Informática em Saúde representa uma combinação única de conhecimentos, atitudes, capacidades e habilidades obtidas a partir de uma grande variedade de disciplinas, incluindo tecnologia da informação, saúde e gestão (COACH, 2009) e de outras como Informação e Conhecimento em Saúde, e Engenharia Biomédica, por exemplo (p. 10).

O elenco de competências profissionais em Informática em Saúde procura demonstrar como os três eixos básicos definidos previamente (saúde, gestão e tecnologia) se interligam para formar um núcleo básico de conhecimentos, capacidades, habilidades e atitudes de um profissional de Informática em Saúde, de modo que este profissional seja um indivíduo multidisciplinar, destinado a atuar na área de intersecção das mesmas, visando à aplicação da TI para facilitar a captura, processamento e uso de dados, de informações e de conhecimentos na área de saúde (p. 10).

A partir desta definição, para estas três grandes áreas de competência ou conhecimento, são definidas outras subáreas, quais sejam: 1) Tecnologia da Informação – 1.a) Gestão da Informação e 1.b) Tecnologia da Informação; 2) Saúde – 2.a) Serviços Clínicos e de Saúde e 2.b) Sistema de Saúde Brasileiro; 3) Gestão – 3.a) Gestão de Projetos, 3.b) Gestão Organizacional e Comportamental e 3.c) Monitoração e Avaliação (SBIS, 2016). Para a definição das competências básicas e essenciais vinculadas a cada uma das áreas e subáreas, a SBIS (2016) fez a compatibilização com a árvore de competências da *Canadian Organization of Computers in Health* (COACH), de 2009.

No quadro a seguir, é possível ver em anexo a lista completa com todas estas competências.

Quadro 13 – Competências básicas e essenciais do Profissional de Informática em Saúde

Área	Subárea	Competências
A: TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	A1. Gestão da Informação	A1.1. Contribui e defende a gestão dos sistemas de informação como um recurso estratégico fundamental para a área de saúde. A1.2*. Aplica princípios e padrões profissionais atualizados de gestão da informação e de suas melhores práticas (por exemplo, demonstrar conhecimento dos requisitos de qualidade e de

		<p>proteção da informação para Sistemas de Registros Eletrônicos de Saúde definidos pela SBIS e pelo Conselho Federal de Medicina). A1.3. Avalia os principais atributos de dados e informações (por exemplo, relevância, qualidade, integridade, precisão, adequação) e suas limitações dentro do contexto da aplicação (por exemplo, uso clínico e analítico). A1.4. Determina as fontes adequadas de dados e as lacunas nos conjuntos de dados em relação às necessidades do negócio. A1.5*. Demonstra compreensão das interrelações e interdependências de dados entre os vários sistemas de informação em saúde (por exemplo, sistemas de apoio à tomada de decisão, registro eletrônico do paciente, sistemas de prescrição eletrônica e de gestão da farmácia), e de como elas podem ser utilizadas na construção de sistemas racionais e integrados. A1.6*. Demonstra uma compreensão das implicações para o desenvolvimento, implementação, qualidade, eficácia jurídica e gestão da: • legislação brasileira em vigor na área de tecnologias de informação, saúde, documentação eletrônica e certificação digital; • regulamentação dos diferentes conselhos profissionais envolvidos no cuidado a saúde e das responsabilidades profissionais éticas e legais, associadas o que inclui o Código de Ética da SBIS para a Informática em Saúde; • orientação e normatização relativas à confidencialidade, privacidade e segurança da informação em saúde. A1.7*. Aplica e promove a continuidade e a qualidade da adoção das políticas, princípios e diretrizes definidos para a coleta, armazenamento, guarda, uso, divulgação, acesso, proteção e destruição da informação em saúde (por exemplo, as diretrizes dos níveis de segurança de informação definidos pela SBIS/CFM para a proteção da informação em saúde). A1.8*. Demonstra conhecimento teórico e prático sobre aspectos de implementação, gestão e operação relativos aos padrões de informação relevantes em saúde e seu uso adequado, como por exemplo, o que se aplica a classificações, vocabulários, taxonomias, ontologias, padrões de comunicação e interoperacionalidade, padrões de estrutura e conteúdo de documentos clínicos, bem como conhecimento sobre os padrões adotados oficialmente ou de uso compulsório no Brasil</p>
A: TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	A2. Tecnologia da Informação	<p>A2.1*. Compreende os conceitos-chaves de tecnologia da informação e seus componentes (por exemplo, redes, dispositivos de armazenamento, sistemas operacionais, recuperação de informação, armazenamento de dados, aplicação, conectividade e firewalls, entre outros) e suas interrelações, padrões usados correntemente no mercado, harmonização e Inter conversão de padrões, conectividade e conceitos semelhantes. A2.2*. Identifica todos os participantes e seus respectivos papéis e áreas de competência ao longo do ciclo de vida de desenvolvimento dos sistemas, demonstrando conhecimento de como podem ser recrutados, selecionados e ter suas funções atribuídas no processo de implementação e gestão dos sistemas de informação em saúde. A2.3*. Aplica métodos adequados para identificação de características, fontes e usos de dados, informações, regras de negócios e dos requisitos técnicos para atender toda a gama de necessidades das partes interessadas. A2.4*. Participa da especificação, seleção e utilização de ferramentas de tecnologia de informação apropriadas para localizar, armazenar, recuperar, analisar e apresentar dados e informações, incluindo hardware, software e serviços. A2.5*. Aplica o conhecimento de arquitetura de sistemas de informação, dos diferentes padrões e modelos organizacionais, de negócios e de interrelação entre sistemas distintos, de modo a facilitar a interoperabilidade e a importação, exportação e incorporação de dados e informações de fontes diversas. Aplica, ainda, o conhecimento das tecnologias de compatibilização e Inter conversão de dados, quando necessárias. A2.6*. Aplica o conhecimento dos modelos de representação de dados e de informações, bem como do fluxo de informação, nas soluções de tecnologia da informação em saúde. A2.7. Demonstra conhecimento do ciclo de vida do desenvolvimento de sistemas através da aplicação de métodos adequados para desenvolver, testar, implantar, avaliar, manter e gerenciar a tecnologia da informação. A2.8*. Demonstra conhecimento das melhores práticas e soluções necessárias para gerir a segurança dos dados, sistemas, dispositivos e redes: • identifica e gerencia riscos; • garante a implementação de políticas de segurança e procedimentos adequados; • identifica soluções que garantam a privacidade dos dados do paciente e a confidencialidade do usuário, segurança, integridade e recuperação. A2.9*. Identifica, previne e elimina os riscos de segurança associados com a informação, a implementação, a utilização e a manutenção dos sistemas de informação em saúde. A2.10*. Aplica as melhores práticas na operação e manutenção de sistemas de informação e tecnologia (por exemplo, acordos de nível de serviço, contingenciamento e recuperação de desastres, continuidade de negócios e gestão de incidentes). A2.11BR. Demonstra conhecimento das metodologias de gestão de inovação na empresa e as aplica para o desenvolvimento e aperfeiçoamento constante de soluções de TI na organização, pessoalmente e através de sua equipe.</p>
B: SAÚDE	B3. Serviços Clínicos e de Saúde	<p>B3.1* Demonstra e aplica o conhecimento de conceitos das especialidades da saúde (como fisioterapia, enfermagem, nutrição e medicina, entre outras) nos aspectos básicos clínicos e biomédicos, de processos de diagnóstico e tratamento clínico e cirúrgico, de tecnologias e métodos utilizados, e de fluxos de</p>

		<p>trabalho nas várias áreas de serviços curativos e preventivos de saúde, para fins de análise, modelagem, projeto, desenvolvimento, implementação e gestão/operação de sistemas de informação em saúde e suas aplicações. B3.2* Conhece as terminologias básicas, abreviaturas comuns e siglas normalmente utilizadas nos serviços de saúde. B3.3* Demonstra conhecimento dos formatos, estruturas e métodos geralmente utilizados para registro e comunicação de dados de saúde, da forma como eles são incorporados ao sistema de bases de dados e software, e suas aplicações. B3.4* Promove o reconhecimento da importância, dos benefícios e do uso eficaz e seguro dos sistemas de informação aplicados à área de saúde e outras (por exemplo, registros eletrônicos de saúde, de apoio à tomada de decisão em saúde, de diagnósticos, de gestão e de análise de dados). B3.5* Conhece estratégias e táticas e desenvolve ações constantes para facilitar a adoção e utilização dos sistemas de informação em saúde no cenário clínico. B3.6* Conhece estratégias e táticas e desenvolve ações constantes para facilitar a utilização adequada pelos usuários dos serviços de saúde. B3.7BR. Exerce um papel educacional constante com relação a todos os usuários dos sistemas de informação em saúde, sejam gestores ou profissionais de saúde, bem como aos membros da sua equipe técnica, quando for o caso.</p>
B: SAÚDE	B4. Sistema Público de Saúde	<p>B4.1* Demonstra o conhecimento de como estão organizados e funcionam os diversos subsistemas de saúde no Brasil, e aplica adequadamente esta informação para desenvolvimento, implementação e gestão de produtos e serviços para o setor, incluindo: • as principais características e histórico de desenvolvimento do sistema de saúde brasileiro (por exemplo, governança, financiamento, estrutura, agências reguladoras, organizações relacionadas, orientações políticas e estratégicas, organizações da sociedade, organizações científicas e educacionais), tanto para o setor público (SUS) quanto o setor privado (operadoras de planos de saúde) e como os dois setores interagem entre si; • os principais fatores que influenciam o estado de saúde da população brasileira nas diversas regiões e cenários (por exemplo, meio ambiente, genética, fatores socioeconômicos, clima e organização do sistema de saúde); • os principais fatores que afetam a prestação de serviços de saúde aos diversos segmentos da população (por exemplo, demografia, disponibilidade e distribuição de profissionais e de recursos das redes de saúde, estruturas de suporte social, novas tecnologias, incentivos governamentais e regulamentação legal). B4.2* Compreende como as tecnologias de informação e comunicação podem contribuir para o direcionamento estratégico das organizações e como se articulam com os demais protagonistas do sistema de saúde, em nível nacional, regional e internacional. B4.3* Conhece e compreende a importância e os benefícios da Informática em Saúde e auxilia a promover a sua especificação, implementação e uso adequado, em nível sistêmico, ou seja, de articulação da organização onde atua com os demais componentes do sistema de saúde. Esta atividade inclui, por exemplo, iniciativas obrigatórias e opcionais de adequação a padrões locais e intercâmbio de informações (por exemplo, notificações compulsórias, adoção de padrões de faturamento, de identificação de usuários do sistema, e de sistemas unificados). B4.4* Demonstra conhecimento das principais características dos diferentes tipos de organizações de prestação de serviços de saúde em geral, bem como da comunidade em que atua (por exemplo, hospitais, laboratórios clínicos, centros de exames complementares, prontos-socorros, serviços de tele-saúde, centros de pesquisa clínica, unidades de saúde pública em nível municipal, estadual e federal, serviços de emergência e remoção, conselhos e autoridades regionais de saúde). B4.5* Demonstra conhecimento de como as pessoas, os recursos e a informação fluem através do sistema de saúde e seus vários componentes, identifica os seus vários facilitadores e obstáculos, e conhece as táticas que podem ser usadas para facilitar, agilizar e racionalizar esses fluxos. B4.6* Compreende e utiliza na prática o conhecimento sobre as funções e relações dos profissionais de saúde e gestores, sua relação com a estrutura organizacional e regulamentar em que trabalham, seus níveis de conhecimento e competências, atribuições e campos de atuação mais comuns, responsabilidades e riscos de atuação. B4.7* Compreende os desafios e dificuldades comumente relacionados à adoção e ao uso de sistemas de informação no setor da saúde, e sabe abordar, enfrentar e propor soluções para eles. Estas situações incluem fatores comportamentais relacionados aos usuários, cultura organizacional, fatores de resistência, disponibilidade de tecnologias, regulamentação, questões de financiamento, de continuidade operacional e outras semelhantes. B4.8* Compreende a necessidade de equilibrar a privacidade das informações de saúde com a melhoria da atenção e da gestão do sistema de saúde, e é capaz de lidar com o interrelacionamento entre os códigos de ética das várias profissões de saúde e o código de ética da Informática em Saúde na prevenção, respeito, prevenção e solução de problemas que surgem no dia a dia.</p>
C: GESTÃO	C5. Gestão Organizacional e Comportamental	<p>C5.1* Entende e aplica as teorias básicas, conceitos e práticas de gestão incluindo: • comportamento e cultura organizacional (por exemplo, gestão de mudanças, dinâmica de equipe, colaboração e liderança); • recursos humanos (por exemplo, condições de emprego, requisitos para a equipe, gestão de desempenho e de formação e desenvolvimento); • gestão financeira e gestão de</p>

		orçamento (por exemplo, desenvolvimento de casos de negócios, ROI e custos); • gestão dos recursos materiais da organização; • governança, responsabilidade, análise de risco e de gestão; • transformação clínica, de negócios e melhoria da qualidade; • aquisições, contratos, acordos, relacionamentos com fornecedores; • relacionamento com o cliente e com a direção C5.2 Contribui para os planos e estratégias organizacionais de modo a garantir que as informações e os sistemas existentes estejam alinhados com os objetivos da organização. C5.3 Promove uma cultura de informação, incentivando e facilitando o uso apropriado de informações e conhecimentos. C5.4* Facilita a aprendizagem individual, organizacional e em equipes, e promove o seu desenvolvimento através do uso de tecnologias apropriadas, usando habilidades de comunicação, recursos organizacionais, coaching e outros recursos semelhantes. C5.5 Compreende, aplica e promove a aplicação das disposições e normas legais e a regulamentação de padrões e políticas. C5.6 Utiliza linguagem de comunicação adequada para apresentar a informação e transmitir conceitos.
C: GESTÃO	C6. Gestão de Projetos	C6.1* Compreende os princípios e práticas de gestão de projetos e os aplica de forma adequada (por exemplo, abertura do projeto, escopo, ciclo de vida, orçamentos, recursos, prazos, metas, monitoramento e relatórios de status e otimização do tempo e recursos), em especial no que diz respeito a projetos próprios da área de Informática em Saúde na organização. C6.2 Trabalha de forma colaborativa com o restante da equipe e contribui para o planejamento, execução, monitoração e avaliação do projeto. C6.3 Antecipa questões e oportunidades, toma medidas preventivas contra ameaças e reduz os riscos associados aos projetos.
C: GESTÃO	C7. Avaliação e Monitoração	C7.1* Identifica, sistematiza e qualifica os requisitos de análise da informação coletada e gerada pelos sistemas de informação, em colaboração com as partes interessadas, de modo a satisfazer as suas necessidades rotineiras ou sob demanda. C7.2* Demonstra capacidade de identificar e localizar as fontes relevantes de dados e informações dos sistemas, com a finalidade de utilizá-las nas análises e avaliações, usando as ferramentas adequadas, e capacidade e habilidade de derivar evidências, interpretação e comunicação das conclusões. C7.3* Demonstra conhecimento básico de técnicas de análise de dados adequadas e de conceitos de avaliação, incluindo o uso prático e autônomo de ferramentas de software para coleta e análise de dados, como planilhas eletrônicas, software de análise estatística, Balanced Score Card (BSC) e de Business Intelligence (BI) para a saúde. C7.4 Contribui para a qualidade das análises e avaliações, organizando e transformando dados em informações confiáveis e significativas para os diversos públicos. C7.5 Apresenta dados e comunica informações e conhecimentos de uma forma que seja clara e precisa para quem os recebe.

Fonte: SBIS (2016).

Associado a este estudo da SBIS (2016) está o trabalho de Bichel-Findlay *et al.* (2022), da *International Medical Informatics Association* (IMIA), que é a base da construção do primeiro e que traz a definição das áreas de conhecimento e das competências do profissional de informática em saúde, aqui denominado de *Biomedical Health Informatics* (BHMI). Inclusive, a metodologia da SBIS (2016) está baseada na primeira versão do documento elaborado pela IMIA, de 2010; e a SBIS acabou de realizar o XIX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS), em 2022, no qual foi realizada uma oficina de discussão e atualização da referência brasileira baseada nesta segunda versão publicada pela IMIA.

No documento de Bichel-Findlay *et al.* (2022) são definidas as seguintes disciplinas relacionadas aos conhecimentos do BHMI: *Information Sciences, Data Sciences, Computer Sciences, Engineering Sciences, Basic Sciences, Health Sciences, Socio-behavioral Sciences, Ethico-legal & Policy Fields*.

Também são definidos os domínios dos conhecimentos do BHMI. Na versão de 2010, foram definidos os seguintes: *BHMI core knowledge and skills; Medicine, health and biosciences, health system organization; Informatics/computer science, mathematics, data*

analytics, biometry; e Optional modules in BMHI and from related fields. Na nova versão de 2022, os domínios atualizados são estes: 1) *BMHI Core Principles*; 2) *Health Sciences and Services*; 3) *Computer, Data and Information Science*; 4) *Social and Behavioral Sciences*; 5) *Management Science*; e 6) *BMHI Specialization*. Eles podem ser associados aos seguintes tópicos, apresentados no próximo quadro:

Quadro 14 – Competências básicas e essenciais do Profissional de Informática em Saúde

Domínio	Tópicos
1. <i>BHMI CORE PRINCIPLES</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Clinical decision support</i> <i>Data governance</i> <i>Education support through informatics methods and tools</i> <i>Evaluation and assessment of information systems</i> <i>Health informatics standards and interoperability</i> <i>Health record structure, design, and analysis principles</i> <i>History of BMHI</i> <i>Information literacy</i> <i>Information processing in healthcare</i> <i>Literature retrieval and analysis</i> <i>Nomenclatures, vocabularies, terminologies, ontologies, and taxonomies</i> <i>Regional networking and shared care</i> <i>Research methods and paradigms</i> <i>Telemedicine and telehealth</i>
2. <i>HEALTH SCIENCES AND SERVICES</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Biomedicine</i> <i>Care delivery models</i> <i>Clinical decision making</i> <i>Determinants of health</i> <i>Epidemiology</i> <i>Evidence informed practice</i> <i>Health policies and regulatory frameworks</i> <i>Health promotion</i> <i>Health sector roles</i> <i>Health terminology</i> <i>Healthcare service organization structure and function</i> <i>Human anatomy and physiology</i> <i>Participatory health</i> <i>Patient empowerment</i> <i>Patient safety</i> <i>Person-centred care</i> <i>Public health</i>
3. <i>COMPUTER, DATA, AND INFORMATION SCIENCE</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Artificial intelligence</i> <i>Blockchain technology</i> <i>Cloud and edge computing</i> <i>Data and information analysis</i> <i>Data and information attributes</i> <i>Data and information visualization</i> <i>Design and development principles</i> <i>Information science theories</i> <i>Information structure and design</i> <i>Internet of Things</i> <i>Network architectures and topologies</i> <i>Robotics</i> <i>System design</i> <i>System lifecycle</i> <i>System security</i> <i>Wireless technology, sensor-based systems</i>
4. <i>SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Digital literacy and the digital divide</i> <i>Ethics, Security and Privacy</i> <i>Health literacy</i> <i>Indigenous data sovereignty principles</i> <i>Medical law</i> <i>Problem solving</i> <i>Sociotechnical aspects</i> <i>Stakeholder education</i> <i>Stakeholder engagement</i>

	<i>User experience</i>
5. MANAGEMENT SCIENCE	<i>Business alignment</i> <i>Change management</i> <i>Health economics</i> <i>Information culture</i> <i>Leadership</i> <i>Interdisciplinary team management</i> <i>Process reengineering</i> <i>Project management</i> <i>Quality management</i> <i>Resource management</i> <i>Risk management</i> <i>System governance</i> <i>Value management and benefits realization</i>
6. BMHI SPECIALIZATION	<i>Biomedical imaging and signal processing</i> <i>Biomedical modelling and simulation</i> <i>Chemoinformatics</i> <i>Clinical bioinformatics and computational biology</i> <i>Clinical research informatics</i> <i>Global health informatics</i> <i>Nanoinformatics</i> <i>Participatory health informatics</i> <i>Personal health informatics</i> <i>Public health informatics</i> <i>Translational bioinformatics</i>

Fonte: Bichel-Findlay et al. (2022, p. 12-13).

Com relação ao primeiro domínio, o documento traz a seguinte informação:

The main focus of BMHI Core Principles is now on the understanding of principles for data management from different sources; how information models, terminologies, standards and system architectures relate to each other; and an awareness of the ethical and responsible use of sensible health and patient data (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 13).

No segundo caso,

The Health Sciences and Services domain acknowledges that policies and regulatory frameworks for information handling need to be complemented with knowledge about information systems and digital services as medico-technical and healthcare products. It is evident that digitalization impacts not only clinical work processes and delivery of care, but also illness prevention and the patient-clinician relationship (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 13).

Para o terceiro domínio, “Major additions to the domain of Computer, Data and Information Science relate to the understanding of the principles of new technologies, such as blockchain, Internet of Things, and cloud and edge computing” (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 13).

No caso do quarto domínio,

In relation to Social and Behavioral Sciences, evaluating and assessing clinical safety and risk associated with information to reduce harm to patients, examining ethical perspectives, ensuring staff competency, capability and empowerment, and appraising the changed role of the patient as an active team member in person-centred care are all major focal points (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 13).

Para o quinto domínio,

Under the Management Science domain, project and team management skills, as well as organizational information technology strategy, are highlighted, not least in the context of interdisciplinary environments with the

ability to generalize or abstract and apply knowledge to local contexts (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 13).

E para o sexto e último domínio, “(...) it is important for BMHI specialists of any specialization to demonstrate knowledge regarding interoperability, standardization, and the ability to apply research theory into practice” (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 13).

O documento ainda explicita que a extensão do conhecimento do BMHI vai depender da ocupação, do papel que executa na saúde, da sua responsabilidade, do nível de educação e da progressão da carreira.

Vinculado a esta discussão, o estudo faz uma ponte com a diferenciação entre ser usuário, e que tipo de nível de usuário, e ser desenvolvedor – a qual é o objeto central do Modelo 2. No trecho seguinte isso fica bem claro. O documento afirma que na maioria dos casos os profissionais são usuários da tecnologia, mas indica outras possibilidades de vinculação com as tecnologias digitais: desenvolvimento, implementação, obter certificação especializada.

Most of the healthcare workforce will only need to know how to use ICT safely in their roles; however, other healthcare professionals may pursue a more active role in developing and implementing digital health solutions, whilst only a few will choose to achieve specialized certification in this field (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 14).

Diante disso, são definidas as três funções para o BHMI: usuário, generalista e especialista. Essas três categorias estão apresentadas e caracterizadas no quadro a seguir.

Quadro 15 – Funções do Profissional de Informática em Saúde

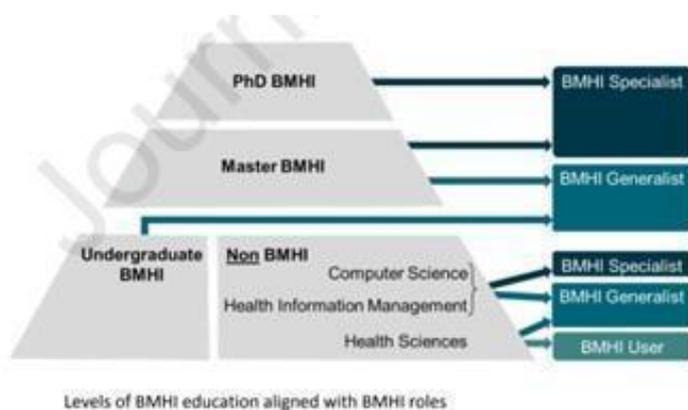
Função	Descrição
User	<i>involves learners of non-BMHI disciplines that deliver healthcare and use information systems to enter, store, retrieve, and analyze data. The education is mainly at an introductory level, comprising the fundamental topics from all BMHI knowledge domains, and should be included in every healthcare workforce curriculum, such as physicians, nurses, pharmacists, dentists, allied health professionals, healthcare managers, and health record administrators. The BMHI user needs to demonstrate familiarity with personal computers, text processing and spreadsheet software, commonly used database management systems, digital systems, and application software for clinical and scientific documentation, personal communication, including Internet access, for publication, biomedical knowledge management, and basic statistics. Furthermore, they also need knowledge about the possibilities and limitations of ICT, and to be able to use ICT efficiently and effectively. These goals can be achieved, for example, by completing one or two mandatory BMHI introductory subjects within undergraduate degree curricula, or by integrating mandatory aspects of BMHI into existing subjects.</i>
Generalist	<i>involves learners of non-BMHI disciplines that deliver healthcare or contribute to healthcare services, learners of undergraduate BMHI degrees or learners of some BMHI master's degrees. The education is mainly at an intermediate level, comprising knowledge to assist in bridging information technology and healthcare aspects of BMHI. The BMHI generalist needs to demonstrate capability in eliciting clinical user needs, advising software analysts about the requirements for a new information system, developing and implementing clinical information systems, terminologies, and guidelines, and evaluating clinical information systems. Furthermore, they also need knowledge about the application and impact of emerging technologies on health services. These goals can be achieved by a set of complementary courses related either to computer science or healthcare services, with the addition of several BMHI subjects.</i>
Specialist	<i>involves learners of postgraduate-level BMHI disciplines. The education is at an advanced level, comprising concentrated knowledge in their chosen field, in addition to the knowledge required for all specializations, such as nursing informatics, dental informatics, public health informatics, health and human services informatics, and so on. The BMHI specialist needs to demonstrate capability in developing new methods for information processing in health, delivering training activities, and conducting research in the field. These goals can be achieved by learners receiving a master's or doctoral degree in BMHI or by graduated learners in other disciplines completing dedicated postgraduate programs in BMHI. BMHI specialists often work in academic settings and may be researchers.</i>

Fonte: Bichel-Findlay et al. (2022, p.14).

E para se tornar um BHMI é possível passar por diferentes processos formativos, a depender de qual é a sua ocupação (se é profissional de saúde ou de informática/computação) e de qual é a sua função (usuário, generalista ou especialista). A figura abaixo mostra essa combinação entre o nível educacional e o papel que cada profissional poderá exercer. De acordo com Bichel-Findlay *et al.* (2022, p. 15):

The educational needs are determined by the type of healthcare professional and whether the individual is a BMHI user or wants to become a generalist or a specialist in BMHI (Figure 3). The same applies to an informatics/computer science professional wishing to become a generalist or specialist in BMHI.

Figura 1 – Nível educacional e funções do Profissional de Informática em Saúde



Fonte: Bichel-Findlay *et al.* (2022, p. 15).

Sobre a questão da formação do Profissional de Informática em Saúde, a SBIS (2016, p. 8) determina que ele:

(...) possui uma formação que combina aprendizado formal e experiência de trabalho em uma das seguintes condições mínimas: i) ser graduado em um curso universitário multidisciplinar específico de Informática em Saúde ou equivalente (...); OU ii) ser graduado em um curso universitário (...) em qualquer profissão relevante ao trabalho de Informática em Saúde, como, por exemplo, engenharia biomédica, física médica, tecnologias de informação e comunicação, engenharias elétrica, de computação ou de sistemas, análise ou desenvolvimento de sistemas, administração, gestão de projetos, gestão de sistemas de TI, profissões da área de saúde ou educação, e outros, admitidos também os cursos tecnológicos de menor duração. Além da educação formal, o profissional também adquiriu os conhecimentos e competências essenciais exigidas, através de estudos formais de pós-graduação, treinamento informal em serviço, experiência de trabalho, e/ou auto estudo na área de Informática em Saúde.

Nas classificações da CBO a ocupação que mais se aproxima é a do Analista de informação em saúde (4153-10), que foi incluída ao conjunto de ocupações brasileiras em 23 de fevereiro de 2021, que faz parte da família ocupacional “Trabalhadores em registros e informações em saúde” (que contém também uma outra ocupação: 4153-05 - Registrador de câncer, criada em de fevereiro de 2018) . Ela se vinculada à classificação internacional CIUO 88 como “Empleados de servicios estadísticos y financieros” (4122) e na SOC-O*NET são diferentes possibilidades de compatibilização, quais sejam: à “*Health Informatics Specialists*”, “*Health Information Technologists and Medical Registrars*”, “*Medical Records Specialists*”, “*Bioinformatics Scientists*”, “*Bioinformatics Technicians*” e “*Clinical Data Managers*”. Os quadros abaixo apresentam a caracterização do perfil ocupacional da família a partir da CBO.

Quadro 16.A – Perfil ocupacional da família “Trabalhadores em registros e informações em saúde”

Característica	Descrição
Funções	Codificador de dados clínicos, Codificador hospitalar, Gestor de dados clínicos, Técnico em registro e informação em saúde
Descrição sumária	Coletam e registram dados clínicos dos pacientes e/ou dados do tumor. Analisam dados clínicos e assistenciais dos pacientes. Realizam codificação clínica, consultando classificações internacionais de doenças e atribuindo códigos padrão para doenças e agravos de saúde e procedimentos. Levantam dados junto às fontes notificadoras e realizam o seguimento do tumor.
Condições gerais de exercício	Os profissionais dessa família ocupacional desenvolvem suas atividades em diversos ambientes de saúde. O trabalho é presencial, realizado em equipe e sob supervisão ocasional, em ambiente fechado e em período diurno.
Formação e experiência	Para o exercício das ocupações desta família ocupacional requer-se nível superior completo para o analista de informação em saúde e escolaridade de 2º grau completo para o registrador de câncer. A formação profissional é complementada por cursos de qualificação profissional de até 200 horas. Não há exigência de experiência profissional para o analista de informação em saúde.
Áreas de atividade	Coletar dados clínicos dos pacientes e/ou dados do tumor; registrar dados clínicos; analisar dados clínicos e assistenciais dos pacientes; realizar codificação clínica; levantar dados em campo junto às fontes notificadoras; realizar seguimento(follow up) do tumor; organizar base de dados para validação pela coordenação; participar do processo de melhoria contínua (governança clínica); auditar as informações inseridas no banco de dados.

Competências pessoais	Manter confidencialidade do paciente e segurança da informação; Trabalhar em equipe; Demonstrar capacidade de seguir normas e regras; Demonstrar atenção à detalhes; Demonstrar comprometimento; Demonstrar organização; Demonstrar controle emocional; Demonstrar proatividade; Demonstrar concentração; Demonstrar capacidade de comunicação verbal e escrita; Demonstrar imparcialidade; Pesquisar atualizações e novidades lançadas.
Recursos de trabalho	Tabelas tuss e sus; Recursos tecnológicos; Sistemas de comunicação; Classificações internacionais de doenças (cid); Fichas de registro; Material de escritório; Manuais de orientação de codificação; Rede e internet; Softwares ou ferramentas específicos(as); Classificação internacional de tumores (tnm).

Fonte: CBO/MT.

Quadro 16.B – Perfil ocupacional da família “Trabalhadores em registros e informações em saúde” - Atividades

Área de atividade	Atividade detalhada
A. Coletar dados clínicos dos pacientes e/ou dados do tumor	A.1 - Selecionar prontuários de paciente A.2 - Preencher dados (hospital, tipos de cti, médicos, fontes pagadoras, dados pessoais) na ficha de registro A.3 - Consultar no prontuário procedência do paciente A.4 - Consultar no prontuário se paciente passou por tratamento prévio em outra instituição A.5 - Consultar no prontuário motivo do encontro (internação hospitalar, consulta em consultório ou em ambulatório) A.6 - Consultar no prontuário instituição de origem que diagnosticou o tumor A.7 - Consultar no prontuário/exames dados de estadiamento do tumor A.8 - Checar completude dos dados do prontuário A.9 - Dirimir dúvidas junto à coordenação/comissão assessora quanto aos dados contidos no prontuário A.10 - Informar à coordenação alterações das fontes notificadoras
B. Registrar dados clínicos	B.1 - Registrar caráter do episódio de cuidado em saúde (urgência, emergência, eletiva) B.2 - Registrar equipe profissional assistencial para o episódio de cuidado em saúde B.3 - Registrar condições clínicas pertinentes à condições adquiridas durante o episódio de cuidado em saúde B.4 - Registrar condições clínicas pertinentes à readmissões por recaídas de tratamento prévio em instituições de saúde terciárias B.5 - Registrar admissões hospitalares por cuidados sensíveis à atenção primária B.6 - Registrar dados do(s) diagnóstico(s) (comorbidades e/ou complicações) B.7 - Registrar dados do(s) tratamento(s) realizado(s) pelo paciente na instituição B.8 - Compartilhar informações com áreas afins
C. Analisar dados clínicos e assistenciais dos pacientes	C.1 - Ler prontuários de pacientes C.2 - Analisar registros de pacientes C.3 - Avaliar dados clínicos e assistenciais C.4 - Correlacionar laudos laboratoriais e de imagem com dados clínicos C.5 - Compilar dados C.6 - Informar à coordenação clínica necessidade de completar dados em prontuários com desfecho do caso C.7 - Solicitar às instâncias responsáveis esclarecimentos de dados essenciais nos prontuários

<p>D. Realizar codificação clínica</p>	<p>D.1 - Consultar classificações internacionais de doenças (cid) D.2 - Aplicar regras de codificação da cid e regras de sequenciamento em codificação D.3 - Identificar sistema de classificação utilizado D.4 - Atribuir códigos padrão para doenças e agravos de saúde e procedimentos D.5 - Codificar laudos laboratoriais e de imagem D.6 - Buscar na cid-o código da topografia e morfologia do tumor D.7 - Buscar na cid código do diagnóstico principal, secundário(s) e condições adquiridas D.8 - Identificar código de procedimentos nas tabelas tuss e sus D.9 - Identificar código de estadiamento a partir da tnm e/ou figo informada D.10 - Identificar desfecho do encontro em saúde (alta/óbito/transferência) D.11 - Identificar código da causa mortis na cid D.12 - Inserir dados no sistema de registro de classificação utilizado e/ou em software específico de codificação D.13 - Digitar fichas de registro</p>
<p>E. Levantar dados em campo junto às fontes notificadoras</p>	<p>E.1 - Receber lista de fontes notificadoras E.2 - Adequar informações nos registros codificados E.3 - Planejar visitas a fontes notificadoras E.4 - Elaborar cronograma de visitas E.5 - Agendar visita junto a fontes notificadoras E.6 - Visitar fontes notificadoras E.7 - Preencher ficha temporária de registro de câncer E.8 - Revisar dados oriundos de coleta passiva E.9 - Validar informações junto à fonte notificadora scih (serviço de controle de infecção hospitalar) e junto ao núcleo de segurança do paciente E.10 - Validar eventos adversos/evento sentinela E.11 - Identificar fatores e causas que aumentaram a permanência hospitalar</p>
<p>F. Realizar seguimento(follow up) do tumor</p>	<p>F.1 - Gerar lista de pacientes a serem seguidos no período F.2 - Verificar data da última consulta do paciente na instituição F.3 - Colher no prontuário dados para preenchimento da ficha de seguimento F.4 - Verificar no prontuário ocorrência de novos tumores primários F.5 - Localizar pacientes com perda de seguimento F.6 - Contatar pacientes com perda de seguimento F.7 - Atualizar informações de pacientes ativos e com perda de seguimento F.8 - Registrar no prontuário informações obtidas do paciente com perda de seguimento</p>
<p>G. Organizar base de dados para validação pela coordenação</p>	<p>G.1 - Identificar não conformidades na base de dados G.2 - Identificar casos em duplicidade G.3 - Excluir casos em duplicidade (mesma pessoa e mesmo diagnóstico) G.4 - Corrigir inconsistências identificadas nas fichas pelo sistema G.5 - Complementar base de dados com data de óbito obtida em fontes oficiais de informações de mortalidade G.6 - Complementar dados de procedimentos realizados com a tabela tuss ou sus G.7 - Agrupar casos em que o paciente tem vários tipos de tumor primário G.8 - Identificar codificações potencialmente incorretas G.9 - Revisar codificações potencialmente incorretas</p>
<p>H. Participar do processo de melhoria contínua (governança clínica)</p>	<p>H.1 - Auxiliar na gestão do cuidado assistencial realizado na unidade clínica H.2 - Estruturar indicadores de saúde H.3 - Analisar indicadores de saúde H.4 - Gerenciar banco de dados de informações clínicas H.5 - Elaborar relatórios H.6 - Disponibilizar dados codificados conforme solicitação e/ou para tomada de decisão H.7 - Apontar potenciais falhas no processo assistencial e administrativo H.8 - Propor intervenções na assistência H.9 - Ministrando curso de educação continuada H.10 - Participar de curso de aperfeiçoamento em codificação H.11 - Participar de pesquisa utilizando banco de dados</p>

	H.12 - Gerar relatórios de desempenho assistencial a partir da base de dados codificados
I. Auditar as informações inseridas no banco de dados	I.1 - Selecionar prontuários de paciente para amostra de auditoria I.2 - Analisar prontuários selecionados comparando os dados codificados I.3 - Apontar não conformidades observadas na codificação I.4 - Justificar não conformidades encontradas I.5 - Preencher banco de dados da auditoria com resultados encontrados I.6 - Identificar oportunidades de aprimoramento da codificação I.7 - Realizar devolutiva dos resultados da auditoria I.8 - Analisar dúvidas de codificação I.9 - Padronizar condutas
Z. Demonstrar competências pessoais	Z.1 - Manter confidencialidade do paciente e segurança da informação Z.2 - Trabalhar em equipe Z.3 - Demonstrar capacidade de seguir normas e regras Z.4 - Demonstrar atenção à detalhes Z.5 - Demonstrar comprometimento Z.6 - Demonstrar organização Z.7 - Demonstrar controle emocional Z.8 - Demonstrar proatividade Z.9 - Demonstrar concentração Z.10 - Demonstrar capacidade de comunicação verbal e escrita Z.11 - Demonstrar imparcialidade Z.12 - Pesquisar atualizações e novidades lançadas

Fonte: CBO/MT.

E os cursos formativos que existem no Brasil em Informática em Saúde, nos níveis de graduação e pós-graduação, mapeados e sistematizados pela SBIS, estão dispostos no quadro abaixo.

Quadro 17 – Cursos de formação em informática em saúde

Nível de formação	Cursos
Programas de Graduação Tecnólogo e Bacharelado	Programa de Pós-graduação em Gestão e Informática em Saúde (PPGIS) – UNIFESP Curso Bacharel em Informática Biomédica – USP – Ribeirão Preto Curso Bacharel em Informática Biomédica – UFPR – Curitiba Curso Bacharel em Informática Biomédica – UFCSPA – Porto Alegre Curso Tecnólogo em Informática em Saúde – EAD
Programas de Pós-Graduação Strictu Sensu	Programa de Pós-graduação em Gestão e Informática em Saúde (PPGIS) – UNIFESP – Mestrado; Doutorado e Pós-Doutorado Pós-graduação em Clínica Médica – USP (linha de pesquisa em “Diagnóstico por imagem: princípios básicos e aplicações clínicas”) – Mestrado e Doutorado Programa de Pós-Graduação em Interunidades Bioengenharia (PPGIB) – USP (linha de pesquisa em “Tecnologia em Saúde”) – Mestrado e Doutorado Mestrado Profissional em Gestão de Organizações de Saúde – USP – Mestrado e Doutorado Pós-Graduação em Patologia – USP (linha de pesquisa em “Desenvolvimento de novas técnicas de gestão e modelagem de informação”) – Mestrado e Doutorado

	<p>Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde – PUCPR (linha de pesquisa em Informação em Saúde) – Mestrado e Doutorado</p> <p>Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento – Universidade FUMEC (linha de pesquisa em Informação em Saúde) – Mestrado e Doutorado</p> <p>Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde – Universidade de Mogi da Cruzes (UMC) (linha de pesquisa em “Gestão de Informação em Saúde”)</p> <p>Mestrado Profissional em Informática em Saúde – UFSC</p> <p>Mestrado Profissional em Telemedicina e Telessaúde (MPTT) – UERJ</p> <p>Pós-graduação em Ciências Médicas – UERJ (linha de pesquisa em “Informação e educação em saúde”) – Mestrado e Doutorado</p> <p>Pós-Graduação em Ciências da Saúde – UFCSPA (linha de pesquisa em “Educação e Informática em saúde”) – Mestrado e Doutorado</p> <p>Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Gestão em Saúde – Mestrado</p>
Programas de Pós-Graduação Lato Sensu	<p>Programa de Especialização em Informática em Saúde (EaD) (UAB-InfoSaude) – UAB / UNIFESP</p> <p>Especialização em Informática em Saúde – Hospital Sírio-Libanês</p> <p>Curso de Verão de Capacitação Docente e Profissional em Informática em Saúde – Aprimoramento Universitário</p> <p>MBA Gestão da Informática em Saúde – Faculdade IDE</p> <p>Especialização em Informática em Saúde – Hospital Porto Dias</p> <p>Especialização em Saúde Digital – Nutes</p>

Fonte: SBIS.

2.2.2.3. Caracterização ocupacional holística e validação

Outra possibilidade é realizar uma análise mais individualizada, qualitativa e holística de cada ocupação, de modo complementar ao modelo quantitativo e como forma de checar e validar algumas escolhas técnicas realizadas. Para isso é possível analisar a descrição mais completa da ocupação que a O*NET apresenta, com a combinação das seguintes categorias e suas respectivas variáveis: 1) *Occupation-Specific Information (Tasks, Technology Skills, Tools Used)*; 2) *Occupational Requirements (Work Activities, Detailed Work Activities)*; 3) *Experience Requirements (Job Zone)*; 4) *Worker Requirements (Skills, Knowledge)*; e 5) *Related Occupations*.

O quadro abaixo apresenta um exemplo para a seguinte ocupação selecionada: “*Medical and Health Services Managers*”. A princípio, essa ocupação indica estar vinculada ao uso das tecnologias e não ao desenvolvimento. Contudo, quando se analisam as variáveis, existem indicativos de que a ocupação pode estar associada ao uso, mas também ao desenvolvimento de algum sistema computacional.

Quadro 18 – Caracterização ocupacional holística - *Medical and Health Services Managers*

Variável	Conteúdo / Exemplo
----------	--------------------

<i>Tasks</i> (5 exemplos de 18)	Direct, supervise and evaluate work activities of medical, nursing, technical, clerical, service, maintenance, and other personnel. Develop and maintain computerized record management systems to store and process data, such as personnel activities and information, and to produce reports. Plan, implement, and administer programs and services in a health care or medical facility, including personnel administration, training, and coordination of medical, nursing and physical plant staff. Conduct and administer fiscal operations, including accounting, planning budgets, authorizing expenditures, establishing rates for services, and coordinating financial reporting. Maintain awareness of advances in medicine, computerized diagnostic and treatment equipment, data processing technology, government regulations, health insurance changes, and financing options.
<i>Technology Skills</i> (5 exemplos de 44)	Analytical or scientific software — Expert Health Data Programming Vitalnet; IBM SPSS Statistics; Relative Values for Physicians; SAS statistical software Categorization or classification software — American Medical Association CodeManager; ColorSoft AutoMatch; Yost Engineering ABN Assistant; Yost Engineering CodeSearch Pro Data base user interface and query software — Blackboard software; Microsoft SQL Server ; Structured query language SQL ; Yardi software Enterprise resource planning ERP software — Microsoft Dynamics ; Oracle Hyperion ; Oracle JD Edwards EnterpriseOne ; Oracle PeopleSoft Medical software — Epic Systems ; Healthcare common procedure coding system HCPCS ; Henry Schein Dentrax ; Medical condition coding software
<i>Tools Used</i>	Desktop computers Notebook computers — Laptop computers Personal computers Scanners
<i>Work Activities</i> (5 exemplos de 33)	Communicating with Supervisors, Peers, or Subordinates — Providing information to supervisors, co-workers, and subordinates by telephone, in written form, e-mail, or in person Evaluating Information to Determine Compliance with Standards — Using relevant information and individual judgment to determine whether events or processes comply with laws, regulations, or standards. Working with Computers — Using computers and computer systems (including hardware and software) to program, write software, set up functions, enter data, or process information Coaching and Developing Others — Identifying the developmental needs of others and coaching, mentoring, or otherwise helping others to improve their knowledge or skills Getting Information — Observing, receiving, and otherwise obtaining information from all relevant sources
<i>Detailed Work Activities</i> (5 exemplos de 27)	Evaluate employee performance. Supervise employees. Develop computer or information systems. Maintain operational records. Conduct employee training programs.
<i>Job Zone</i>	Four
<i>Skills</i> (5 exemplos de 23)	Critical Thinking — Using logic and reasoning to identify the strengths and weaknesses of alternative solutions, conclusions, or approaches to problems. Speaking — Talking to others to convey information effectively. Active Listening — Giving full attention to what other people are saying, taking time to understand the points being made, asking questions as appropriate, and not interrupting at inappropriate times. Complex Problem Solving — Identifying complex problems and reviewing related information to develop and evaluate options and implement solutions. Judgment and Decision Making — Considering the relative costs and benefits of potential actions to choose the most appropriate one.
<i>Knowledge</i> (5 exemplos de 13)	English Language — Knowledge of the structure and content of the English language including the meaning and spelling of words, rules of composition, and grammar. Customer and Personal Service — Knowledge of principles and processes for providing customer and personal services. This includes customer needs assessment, meeting quality standards for services, and evaluation of customer satisfaction. Personnel and Human Resources — Knowledge of principles and procedures for personnel recruitment, selection, training, compensation and benefits, labor relations and negotiation, and personnel information systems. Education and Training — Knowledge of principles and methods for curriculum and training design, teaching and instruction for individuals and groups, and the measurement of training effects.
<i>Related Occupations</i>	29-1141.04Clinical Nurse Specialists 11-9031.00Education and Childcare Administrators, Preschool and Daycare 29-1214.00Emergency Medicine Physicians 21-1091.00Health Education Specialists 15-1211.01Health Informatics Specialists 29-9021.00Health Information Technologists and Medical Registrars 25-1071.00Health Specialties Teachers, Postsecondary 13-1111.00Management Analysts 43-6013.00Medical Secretaries and Administrative Assistants 11-9151.00Social and Community Service Managers

Fonte: O*NET.

2.2.3. Discussão

Todas essas possibilidades e toda essa complexidade, contemplada já desde a construção do primeiro modelo, e agora aprofundada neste segundo modelo, direcionado a analisar o tipo de incidência das tecnologias 4.0 sobre as ocupações do CEIS, estão vinculadas a algumas questões muito importantes apontadas pelos especialistas e pelos documentos normativos e que poderão ser analisadas quando da definição de uma agenda de políticas públicas.

A SIBIS (2016) aponta que, quando se observam as áreas de aplicação da informática na saúde, percebe-se que esta é uma ciência interdisciplinar e que incorpora as mais modernas tecnologias de informação e comunicação (TIC). Associado a isso, a SBIS (2016, p. 8) “considera que o profissional de Informática em Saúde (adaptado de COACH, 2009, e expandido) (...) é parte da equipe multiprofissional e tem como objetivo assegurar o melhor atendimento em saúde possível, bem como buscar a melhor gestão organizacional ao seu alcance”. Conforme já mencionado anteriormente, os três eixos centrais de competências para o Profissional de Informática em Saúde são: tecnologia da informação, saúde e gestão.

Uma figura emblemática desta multidisciplinariedade do BMHI é apresentada no documento de Bichel-Findlay *et al.*(2022) e segue abaixo. Ela mostra também a integração entre as diferentes disciplinas e áreas de conhecimento.

Figura 2 – Disciplinas relacionadas ao Profissional de Informática em Saúde



Fonte: Bichel-Findlay *et al.* (2022, p. 9).

O documento destaca que a figura:

(...) highlights and describes the most important disciplines related to BMHI, with the central white circle representing core competencies specific to BMHI and the eight outer sections depicting the disciplines that share knowledge,

methods, and tools with BMHI but comprise additional competencies (BICHEL-FINDLAY et al., 2022, p. 9).

Bichel-Findlay et al. (2022, p. 14) ainda comentam que:

In addition to the healthcare workforce, informaticians, information technology professionals, engineers, and other scientists such as mathematicians or physicists intending to work in the interdisciplinary field of BMHI should be exposed to health science and systems content through specific BMHI education.

O objetivo principal da informática na área da saúde é o de capturar e usar dados, informações e conhecimentos vinculados à prevenção e à assistência à saúde, com muitas possibilidades de aplicação e uso. Segundo a SBIS (2016, p. 4) “As aplicações da Informática em Saúde incluem a concepção, o desenvolvimento, a implementação, a manutenção e a avaliação de um enorme leque de aplicações”.

Os profissionais podem atuar em muitos setores, todos eles pertencentes e constitutivos do CEIS. Segundo a SBIS (2016), os campos são: organizações prestadoras de serviços de saúde (hospitais, laboratórios, clínicas, consultórios, unidades básicas de saúde pública); gestão de sistemas de saúde e das fontes pagadoras; governo; operadoras de planos de saúde; organizações que analisam e processam informação sobre pacientes ou processos de saúde; centros de ensino e pesquisa; empresas de consultoria; empresas especializadas no desenvolvimento e implantação de sistemas; empresas que fornecem equipamentos médico hospitalares.

As atividades do profissional de informática em saúde se dividem entre²: 1) serviços de saúde – coleta e interpretação de dados (anamnese, exames clínicos, materiais, medicamentos, sinais e imagens; suporte ao diagnóstico; decisão terapêutica (preventiva ou

² Campo de atuação do Profissional de Informática em Saúde: a) Sistemas de registro eletrônico de saúde (RES), para banco de dados clínicos e de prontuário eletrônico de pacientes (PEP); b) Sistemas para a informatização de consultórios, clínicas, hospitais e outras instituições de saúde; c) Sistemas de apoio à tomada de decisão clínica, como os aplicativos de cálculo, auxílio ao diagnóstico, prognóstico e terapia; d) Sistemas de gestão da atenção à saúde, como por exemplo, para internação domiciliar e monitoração de pacientes crônicos; e) Sistemas de gestão do fluxo de pacientes, incluindo acesso, regulação, controle e referência dos serviços de saúde; f) Sistemas de processamento digital de sinais e imagens; g) Sistemas de armazenamento, transmissão e visualização de imagens digitais em rede (PACS); h) Sistemas de automação de laboratórios clínicos, incluindo a conexão direta a equipamentos de análise; i) Sistemas de telessaúde e telemedicina para apoio à distância ao diagnóstico, ensino, terapia e monitoração, entre outros; j) Tecnologias baseadas na internet e na Web 1.0 e 2.0, de acesso interativo a informações e serviços, tanto por pacientes quanto por profissionais de saúde, tais como redes sociais, sites e blogs; k) Sistemas de apoio à vigilância de saúde, notificação compulsória e campanhas preventivas; l) Metodologias e sistemas para coleta, armazenamento (*data warehousing*), tratamento e análise de dados (bioestatística, *business intelligence*) para informações clínicas, gerenciais e epidemiológicas; m) Sistemas de apoio à gestão de negócios, gestão administrativa, financeira e de logística; n) Sistemas de apoio à pesquisa básica e clínica, análise estatística e gestão de laboratórios científicos; o) Sistemas de apoio à educação em saúde, ensino e treinamento, tais como plataformas de ensino à distância, recursos on-line e multimídia; p) Sistemas de classificação, nomenclaturas, terminologias, codificações e ontologias, para fins de padronização e interoperabilidade, entre outros; q) Protocolos específicos de comunicação para a transmissão segura e padronizada de dados de saúde; r) Metodologias de planejamento, engenharia e desenvolvimento de software específico para a área de saúde (SBIS, 2016, p. 4-5).

de intervenção, individual ou coletiva); seguimento e avaliação dos resultados, desfechos e intervenções; armazenamento e acesso aos dados e informações gerados por todas as etapas anteriores; 2) que auxiliam o atendimento em saúde – gestão de processos e recursos (materiais, humanos e financeiros); pesquisa básica e aplicada; capacitação (educação, ensino e treinamento); governança, organização, monitoração e avaliação de serviços e redes de serviços de saúde.

A SBIS (2016) aponta uma questão importante sobre as competências do profissional de informática em saúde aqui apresentadas como sendo as básicas ou essenciais, ou os requisitos mínimos, utilizadas para certificar os cursos e os profissionais formados, que é a sua evolução – “é preciso entender que essas competências evoluem continuamente, e necessitarão ser reavaliadas e redefinidas periodicamente” (p.7). Inclusive no texto de Bichel-Findlay *et al.* (2022) os autores afirmam que na revisão do documento de 2010 para o documento do ano de 2022 foram observadas mudanças nas competências do profissional em questão; assim como um dos especialistas afirma que estas mudanças são cada vez mais rápidas e que é preciso fazer uma revisão a cada 2 anos. Essa questão aponta para o fato da CBO ser a nossa única base de dados oficial sobre as ocupações que existe para se trabalhar no Brasil e que ela data do ano de 2002, logo, está muito desatualizada.

Sobre este assunto, Bichel-Findlay *et al.* (2022, p. 14) afirmam que “*It is widely acknowledged that many countries have varying terminology for these roles, sometimes varying even within countries. The quantity and nature of the workforce are also unknown in most countries, as BMHI rarely appears in labor statistics*”. Essa colocação dos autores é importante para destacar as limitações dos modelos aqui propostos diante da necessidade de se adaptar padrões internacionais à análise da realidade brasileira e as suas respectivas especificidades. Contudo, esta é a única alternativa que temos para tentar mapear o conteúdo das ocupações do CEIS, dado que as bases de dados nacionais não estão atualizadas e não fornecem uma riqueza tão grande de variáveis. Essa questão de se adaptar e aplicar as metodologias e os padrões internacionais, com destaque para as norte-americanas (cujas bases são uma das mais completas e atualizadas), também é mencionada por Petitgand (NETHIS, 2021, 2022) e por Autor, Mindell e Reynolds (2020).

De acordo com Bichel-Findlay *et al.* (2022), é importante definir as principais competências do BMHI para poder: desenvolver currículos mínimos, certificar profissionais e motivar universidades, unidades de serviços de saúde e o governo a investir em cursos formadores.

A conclusão geral de com Bichel-Findlay *et al.* (2022, p. 2) é a seguinte:

The IMIA recommendations reflect societal changes related to globalization, digitalization, and digital transformation in general and in healthcare specifically, and center on educational needs for the healthcare workforce,

computer scientists, and decision makers to acquire BMHI knowledge and skills at various levels.

Por último, e não menos importante, é central que seja levado em conta que a análise realizada pelo IMIA e pelo SBIS é muitíssimo relevante quando observamos o profissional de informática em saúde e o setor de serviços de saúde que, por si só, já carregam enorme complexidade e representam um dos grandes determinantes dos processos de mudanças tecnológicas. No entanto, o conceito de saúde 4.0 e do CEIS abrange também outras tecnologias, não somente as digitais, e outros setores, como aqueles vinculados à indústria de base química e tecnológica e de equipamentos e materiais. Isso agrega novos desafios à construção do modelo 2, pois a dinâmica da formação e da ocupação de outros profissionais e da indústria, bem como as diferentes competências requeridas pelos profissionais “desenvolvedores” e “usuários” de tecnologias 4.0, ganham novas características. Os próprios conceitos de “usuários” e “desenvolvedores” assumem, neste contexto, uma maior amplitude, uma vez que a lógica de desenvolvimento de produtos/soluções ultrapassa a dimensão dos *softwares*, ocupando dimensões como a criação e produção de equipamentos, bens de capitais, *hardwares*, entre outras (ainda que, em se tratando de tecnologias 4.0, em todos esses elementos a dimensão do desenvolvimento de *softwares* tenha se tornado cada vez mais crucial e decisiva). Assim, também a indústria, de modo geral, pode assumir papéis de “usuária” de tecnologias 4.0 ou de “desenvolvedora”, o que é uma discussão imprescindível para a construção de reflexões e possibilidades de caminhos para o desenvolvimento brasileiro em um contexto mais amplo, abrangendo suas dimensões estruturais.

Contudo, essa segue sendo uma importante limitação da proposta de modelo aqui apresentada, sendo necessários novos esforços, preferencialmente embasados por visões multidisciplinares e por bases de busca que atendam de maneira mais precisa tais complexidades - o que, como anteriormente mencionado, ultrapassa as possibilidades existentes até o presente momento.

2.2.4. Síntese: avanços, limitações e dificuldades

Quadro 19 – Síntese dos avanços, limitações e dificuldade do Modelo 2

Avanços	<ul style="list-style-type: none">● Identificação da necessidade de criação de um novo objeto metodológico (inédito);● Qualificação do modelo 1;● Novas referências e fontes de informação;● Ponte para analisar a automação de maneira mais crítica (modelo 3);● Possibilidade de associação das tarefas e competências (habilidades e conhecimentos);● Oficina metodológica com especialistas;● Conceitual: combinação/convergência/integração de diferentes tecnologias 4.0 (por exemplo: software e hardware; software de coleta
---------	--

	de dados e software de banco e/ou de análise de dados); diferentes níveis de uso da tecnologia.
Limitações	<ul style="list-style-type: none"> ● Base de dados (bases de dados nacionais são desatualizadas e possuem poucas opções de variáveis; limitações da compatibilização com bases internacionais); ● Necessidade de adaptação de metodologias e padrões internacionais à análise da realidade brasileira; ● Aplicação do modelo; ● Conceito de competências em saúde digital associadas, predominantemente, aos serviços (não ao CEIS como um todo); ● Compatibilização entre tarefas e competências; ● Conceito de “desenvolvedor” associado aos softwares (e não aos outros setores produtivos);
Dificuldades	<ul style="list-style-type: none"> ● Ausência de equipe multidisciplinar (áreas de conhecimento muito técnicas); ● Muitos descritores para cada uma das variáveis, que necessitam ser avaliados qualitativamente;

Fonte: Elaboração dos autores.

2.3. Modelo 3 - Tipo de impacto (automação versus gargalo tecnológico)

O terceiro modelo teve como objetivo a análise do tipo de impacto da incorporação das tecnologias 4.0 sobre o conteúdo das ocupações do ponto de vista da automação das ocupações, seja ela total ou parcial (automatização acomete apenas parte das tarefas), ou da própria não automação. Neste último caso, toma-se como base o conceito de gargalos tecnológicos, que tem relação com o que não é passível de automatização, pelo menos, até o presente estágio da inovação tecnológica, sendo importante a reflexão sobre a possibilidade de deslocamento desta fronteira no futuro.

Cabe ainda considerar que algumas ocupações foram criadas, ou poderão ser criadas, dentro do CEIS, ou apenas foram, ou serão, deslocadas para dentro do complexo, dado o avanço e a incorporação das tecnologias 4.0 nos serviços de saúde, no ensino, na pesquisa ou na produção.

Por último, é importante levar em consideração o fato de que as ocupações vinculadas aos serviços de saúde, principalmente, mas também ao ensino e à pesquisa nas áreas atreladas ao CEIS, têm forte vínculo com o trabalho humanizado de promoção, prevenção, atendimento e cuidado de saúde, assim como ao longo dos cursos formativos (de nível técnico, superior de pós-graduação) e de produção do conhecimento.

2.3.1. Principais referências bibliográficas e conceituais

As principais referências de embasamento metodológico deste modelo e a sua discussão são as mesmas vinculadas ao Modelo 1 e algumas novas que foram incorporadas: 1) Durante (2022) – que cita, dentre outras referências, algumas já consultadas na etapa anterior e outras novas: Acemoglu e Autor (2010), Acemoglu e Restrepo (2019), Autor (2015),

Frey e Osborne (2013), Albuquerque *et al.* (2019), WEF (2020), Instituto McKinsey (2016), Maciente (2013); 2) PNUD (2021/2022); 3) Bichel-Findlay *et al.* (2022); 4) SBIS (2016); 5) seminários do NETHIS (2021, 2022).

2.3.2. Principais variáveis (tarefas; habilidades; habilidades emergentes; soft skills; job zone; ocupações emergentes)

A construção do Modelo 3, que pretende captar e analisar o tipo de impacto nas ocupações do CEIS por conta da incorporação das novas tecnologias 4.0, se baseou em diferentes possibilidades de variáveis ou de método. Nos estudos já realizados neste sentido, mas no âmbito geral do mercado de trabalho e não específico do CEIS, as variáveis que foram utilizadas são: tarefas (*tasks*) e zonas de trabalho (*job zone*). Já a partir das novas referências, foram levantadas novas possibilidades para a análise do CEIS, quais sejam: habilidades – com destaque para as emergentes e para as *soft skill* –, ocupações emergentes. Além destas variáveis, os especialistas incluíram nessa discussão, tal como fora apresentado no Modelo 2, a questão do nível de uso e nível de maturidade das tecnologias, o que difere de uma ocupação para a outra.

2.3.2.1. Tarefas:

No caso da variável tarefa, que é a mais utilizada para este tipo de análise e está presente em diversas referências consultadas, o método se baseia no estudo e na classificação do tipo de verbo presente na descrição da tarefa, a partir do arcabouço da O*NET. Nesse caso cada um dos verbos vão ser considerados como associados (ou não) ao uso ou ao desenvolvimento de alguma (ou da combinação) das tecnologias 4.0. No caso deste terceiro modelo não é possível utilizar o mesmo método de classificação dos verbos que foi proposto para o segundo modelo, pois nos interessam, também, os verbos de tarefas de ocupações com menor incidência tecnológica, logo, outras alternativas de análise são aqui propostas.

O principal estudo aqui considerado foi o de Kubota e Maciente (2019), que partem das metodologias e das análises de Frey e Osborne (2017) e de Spitz-Oener (2006). No primeiro caso, é importante apresentar a necessidade de se observar o deslocamento da fronteira tecnológica e como isso promove o avanço da automatização sobre tarefas que antes não eram passíveis de robotização, codificação ou digitalização. Neste sentido, passa a ser importante considerar a análise não somente das tarefas automatizáveis, mas, também, daquelas que não tem possibilidade de serem automatizadas (pelo menos no atual estágio de desenvolvimento das tecnologias) - isso está associado ao conceito de gargalo tecnológico, que será apresentado logo a frente.

No segundo caso, a metodologia foi construída a partir de um dicionário de palavras-chave, considerando os verbos presentes nas tarefas, de modo que as ações foram consideradas automatizáveis ou não. E a construção deste dicionário de verbos foi baseada na classificação de Spitz-Oener (2006) para automação de tarefas, classificadas como: i) analíticas não rotineiras; ii) interativas não rotineiras; iii) cognitivas rotineiras; iv) manuais rotineiras; e v) manuais não rotineiras. De forma próxima a esta tipologia, na análise das tarefas e da sua associação (ou não) com o processo de automação, a literatura costuma algoritmizá-las como: 1) tarefas rotineiras, cognitivas ou manuais, que já foram automatizadas ou vão ser automatizadas; 2) tarefas não-rotineiras manuais, que já têm grande chance de automatizar; 3) tarefas não-rotineiras abstratas, cognitivas, interativas ou analíticas, que atualmente têm menos chance de automatizar pois são de difícil codificação pela máquina e ainda são executadas pelos homens e de maneira complementar às tecnologias digitais e às máquinas.

No segundo caso, os especialistas destacam que a capacidade de automação e digitalização tem avançado, e de forma acelerada, inclusive na direção das tarefas não-rotineiras manuais. A inteligência artificial (IA), *machine learning* (ML), e os seus algoritmos, e o armazenamento em nuvem, têm avançado na capacidade de retenção, assimilação e processamento dos padrões humanos. Inclusive tarefas ligadas aos serviços de cuidado e de diagnóstico em saúde. E a robótica, ML, sensores e leitores também têm avançado na direção dos cuidados em saúde ou de apoio aos serviços de saúde (transporte de equipamentos, insumos ou medicamentos), o que implica em novas tarefas a serem executadas, as quais necessitarão de novas habilidades.

No último caso, as tarefas estão vinculadas às habilidades que envolvem maior subjetividade e relacionamento entre as pessoas, tais como: análise, solução de problemas não previsíveis, intuição, persuasão, criatividade, flexibilidade física e de comunicação, julgamento. E isso está ligado ao que será exposto sobre as *soft skills*, no item 2.3.2.3. São habilidades características de ocupações gerenciais, técnicas e criativas, como engenharia e medicina.

Maciente (2016) identifica fatores ou grupos de habilidades para classificar as tarefas e analisar a questão da possibilidade de automação. Esta análise se associa à classificação das tarefas em rotineiras, não rotineiras manuais e não rotineiras cognitivas e interativas. Os grupos de habilidades seriam: 1) domínio psicomotor de habilidades associado a tarefas mais rotineiras ou não rotineiras e manuais; 2) domínio cognitivo de habilidades associado a tarefas não rotineiras; e 3) domínio afetivo de habilidades associado a tarefas não rotineiras. O primeiro está mais vinculado ao processo de automação e os outros dois a princípio não estão (até o presente momento). Abaixo segue uma descrição das habilidades envolvidas em cada

um destes grupos:

- Domínio psicomotor: Habilidades de operação e controle, Habilidades para tarefas rotineiras, Habilidades em transportes, Habilidades físicas e motoras, Habilidades visuais e perceptivas, Habilidades em instalação e manutenção, Habilidades de aferição.
- Domínio cognitivo: Habilidades cognitivas, Conhecimento em ciências da saúde, Conhecimento em design e engenharia, Habilidades artísticas, Conhecimento em ciências sociais, Conhecimento em ciências naturais, Conhecimento em educação, Conhecimento em TI, Conhecimento em matemática, Habilidades gerenciais.
- Domínio afetivo: Habilidades de vendas, Habilidades para gestão de conflitos, Habilidades para o trabalho em equipe, Atitudes de independência, Atitudes de iniciativa e esforço, Habilidades secretariais.

2.3.2.2. Habilidades:

Conforme mencionado no item anterior, a execução das tarefas estão vinculadas às habilidades, logo, é possível incluir no modelo mais esta outra variável, de forma associada às tarefas; ou, inclusive, é possível construir um outro caminho metodológico somente com a variável das habilidades, que consta na O*NET.

Durante (2022) apresenta outra metodologia que tem como foco central as habilidades, que devem ser analisadas associadas às mudanças técnicas e às tarefas. A hipótese central é a mesma apresentada na análise a partir de tarefas, mas analisar as habilidades propriamente ditas permite um refinamento da metodologia, tal como será demonstrado a seguir.

A partir de Acemoglu e Autor (2010), Durante (2022) traz o argumento de que as novas tecnologias, ao mesmo tempo que substituem algumas tarefas ou algumas ocupações, mudam a demanda relativa por habilidades (*skills*). Para os autores, as habilidades estão diretamente relacionadas às tecnologias. Logo, as mudanças nas demandas por habilidades é reflexo das mudanças técnicas – “viés de habilidade da mudança técnica”. Também se pode interpretar que isso exigirá uma maior qualificação do profissional – competências mais complexas e de maior conhecimento –, tal como fora tratado na discussão do Modelo 2.

De acordo com Durante (2022), é importante tratar das habilidades e associá-las às tarefas, pois para a execução de cada tarefa ou de um conjunto de tarefas é exigido do profissional um determinado conjunto de habilidades. Desta forma, as mudanças técnicas exigem novas habilidades para a execução das mesmas tarefas ou de novas tarefas.

A questão central é a possibilidade ou não da tecnologia computacional codificar a habilidade e a tarefa. Tal como já discutido antes, aquelas habilidades e tarefas que são mais rotineiras e que envolvem procedimentos mais regrados e padronizados são mais facilmente

codificáveis. No caso das habilidades e tarefas não rotineiras que são mais manuais – que “envolvem atividades que exigem adaptabilidade situacional, reconhecimento visual e de linguagem e interações pessoais, além de trabalhadores fisicamente aptos e capazes de se comunicar a partir da linguagem utilizada” (ACEMOGLU; AUTOR, 2010 apud DURANTE, 2022, p.50-51) –, a tendência é que elas sejam codificáveis em um futuro próximo, principalmente diante do avanço da IA e do ML, potencializados com o armazenamento em nuvem e as grandes bases de dados; e do avanço da robótica associada à IA, ML, sensores e leitores. Na área dos serviços e cuidados em saúde isso já está acontecendo, no segmento de diagnóstico, no tratamento de doenças crônicas, no uso de robôs para o transporte de equipamentos e medicamentos nos hospitais e no cuidado de idosos.

No caso das habilidades e tarefas não rotineiras abstratas ou cognitivas – “envolvem atividades relacionadas à solução de problemas não previsíveis, intuição, persuasão e criatividade, ou seja, ligadas a certos componentes de análise e decisão subjetivos” (ACEMOGLU; AUTOR, 2010 apud DURANTE, 2022, p.51) – elas são de difícil codificação e são complementares à tecnologia digital – como é o caso da área médica. O autor destaca que no setor industrial, assim como no setor de comércio, a penetração das novas tecnologias é abrangente e profunda, logo, a automação que já está presente ou em vias de implementação é maior.

novas e ampliadas capacidades das máquinas em realizar tarefas manuais e cognitivas, de autoaprendizado e de conectividade em tempo real permitirão uma completa flexibilização da cadeia produtiva, customização em massa, automação de diversas atividades anteriormente realizadas exclusivamente pelo homem e digitalização de uma grande gama de processos (DURANTE, 2022, p.56).

Na sua análise, Durante (2022) se baseia em dois documentos do Fórum Econômico Mundial (WEF) publicados no ano de 2020 – *The Future of Jobs Report* e *Jobs of Tomorrow: Mapping Opportunity in the New Economy* – e nas bases de dados norte-americanas O*NET e *Occupational Employment and Wage Statistics* (OEWS). No primeiro caso, os estudos do WEF (2020) buscam identificar as habilidades e as ocupações emergentes, além das ocupações com maior tendência à automação, que evidenciam quais são as tendências recentes do emprego. Isso será apresentado mais adiante.

No caso das habilidades, o WEF (2020 apud DURANTE, 2022) define 15 habilidades emergentes até 2025, sendo que metade delas estão de alguma maneira relacionadas as *soft skills* (discutidas a seguir). São habilidades nas quais o homem ainda detém vantagens comparativas, dado que estão ligadas à subjetividade humana e à sua capacidade de interpretar informações não codificadas. Segundo o Instituto McKinsey (2016 apud DURANTE, 2022) todas estão fortemente vinculadas às capacidades sociais e emocionais, mais difíceis

de codificação dos conhecimentos requeridos. Abaixo segue a lista das 15 habilidades emergentes:

- pensamento analítico e inovativo;
- aprendizado ativo e estratégias de aprendizado;
- resolução de problemas complexos;
- análise e pensamento crítico;
- criatividade, originalidade e iniciativa;
- liderança e influência social;
- uso, monitoramento e controle de tecnologias;
- design e programação de tecnologias;
- resiliência, tolerância a estresse e flexibilidade;
- raciocínio, resolução de problemas e encadeamento de ideias;
- inteligência emocional;
- solução de problemas e experiência do usuário;
- orientação em serviços; análise e evolução de sistemas;
- persuasão e negociação.

2.3.2.3. *Soft Skills*:

Conforme já foi indicado antes, a análise das chamadas *soft skills* tornou-se central na construção da metodologia de análise do impacto da automação das tarefas e das ocupações do CEIS (modelo 3). Essa variável será muito útil para identificar quais são as habilidades, as tarefas e as ocupações que estão mais vinculadas à não automação, logo, que se associam aos gargalos tecnológicos.

Segundo Durante (2022), as *soft skills* representam um termo em inglês que vem sendo muito usado na literatura para definir habilidades comportamentais, competências subjetivas difíceis de avaliar, como liderança, criatividade, negociação e soluções de problemas.

Estas habilidades estão muito atreladas ao conceito de gargalos tecnológicos – *engineering bottlenecks* –, termo apresentado por Frey e Osborne (2017), que refletem as tarefas que as novas tecnologias ainda não são capazes de substituir, já que ainda não são capazes de performar, manipular (uso tátil), criar (no sentido da criatividade), negociar, cuidar, perceber (aspecto social e ético), reconhecer emoções e responder, monitorar e, principalmente, codificar e interpretar. Essas tarefas estão concentradas em três grupos: 1) percepção e manipulação (requer habilidades táteis); 2) inteligência criativa (associado a valores culturais substantivos); e 3) inteligência social (interação social, com resposta e reconhecimento em “tempo-real” das emoções humanas). Ainda que as técnicas de emulação

do cérebro humano sejam uma relevante ambição dos desenvolvedores de tecnologia, elas ainda permanecem no campo teórico – constituindo-se, portanto, como gargalos à automação adequada dessas atividades. Contudo, não podemos ignorar os avanços da IA, do ML e dos robôs.

Segundo Durante (2002), baseado nos estudos de Frey e Osborne (2013), afirma que as:

(...) ocupações na área da educação, saúde e cargos de chefia (e.g., executivos), por exemplo, que envolvem um elevado grau de inteligência social – organizam e participam de reuniões para coordenar as atividades, negociação com clientes, aprovação de contratos, etc. -, assim como ocupações com elevado grau de inteligência criativa como aquelas relacionadas a engenharia e ciência, devem se valorizar devido as vantagens da atividade humana nessas áreas que as novas tecnologias ainda não são capazes de performar (p.98).

Nossa hipótese, a ser mais desenvolvida na seção de discussão, é que as *soft skills* estão muito presentes no setor dos serviços de saúde e podem ter forte vinculação com as habilidades e as ocupações que possuem menor propensão à automatização, ou seja, com elevada interação com gargalos tecnológicos. Partindo desta hipótese, é possível analisar os verbos presentes nos descritores destas habilidades e usá-los como palavra-chave para a identificação do tipo de impacto.

O uso da variável das *soft skills* é possível pois ela está disponível na base da O*NET, sendo composta e diferenciada pelas *social skills* e pelas *thinking skills*. O quadro abaixo apresenta quais são estas habilidades e qual é a sua descrição.

Quadro 20 – Descrição das *soft skills*

Social Skills	
<i>Coordination</i>	<i>Adjusting actions in relation to others' actions.</i>
<i>Instructing</i>	<i>Teaching others how to do something.</i>
<i>Negotiation</i>	<i>Bringing others together and trying to reconcile differences.</i>
<i>Persuasion</i>	<i>Persuading others to change their minds or behavior.</i>
<i>Service Orientation</i>	<i>Actively looking for ways to help people.</i>
<i>Social Perceptiveness</i>	<i>Being aware of others' reactions and understanding why they react as they do.</i>
Thinking Skills	
<i>Active Learning</i>	<i>Understanding the implications of new information for both current and future problem-solving and decision-making.</i>
<i>Active Listening</i>	<i>Giving full attention to what other people are saying, taking time to understand the points being made, asking questions as appropriate, and not interrupting at inappropriate times.</i>
<i>Complex Problem Solving</i>	<i>Identifying complex problems and reviewing related information to develop and evaluate options and implement solutions.</i>
<i>Critical Thinking</i>	<i>Using logic and reasoning to identify the strengths and weaknesses of alternative solutions, conclusions, or approaches to problems.</i>
<i>Judgment and Decision Making</i>	<i>Considering the relative costs and benefits of potential actions to choose the most appropriate one.</i>
<i>Learning Strategies</i>	<i>Selecting and using training/instructional methods and procedures</i>

	<i>appropriate for the situation when learning or teaching new things.</i>
<i>Monitoring</i>	<i>Monitoring/Assessing performance of yourself, other individuals, or organizations to make improvements or take corrective action.</i>
<i>Time Management</i>	<i>Managing one's own time and the time of others.</i>

Fonte: O*NET.

2.3.2.4. Zonas de Trabalho (Job Zones):

No caso da variável das zonas de trabalho, ou *job zones*, disponível na base da O*NET, ela se apresenta como um outro possível caminho de análise ou como uma forma de checar e validar as escolhas metodológicas anteriores.

Essa variável já foi utilizada por Albuquerque *et. al.* (2019) em outro estudo, que considerou que como cada ocupação é classificada segundo um determinado nível de preparo - definido pelo nível de experiência, educação e treino profissional - é possível considerar a possibilidade de automação para cada um deles. Segundo Albuquerque *et al.* (2019, p. 15), a partir dos estudos de probabilidade de Frey e Osborne (2017), "quanto mais complexa é uma ocupação em termos de nível de preparo, menor é a probabilidade de automação dessa ocupação".

O quadro a seguir apresenta a descrição das zonas de trabalho e de seus componentes.

Quadro 21 – Descrição das zonas de trabalho (job zones)

Name	Experience	Education	Job Training	Examples
<i>Job Zone One: Little or No Preparation Needed</i>	<i>Little or no previous work-related skill, knowledge, or experience is needed for these occupations. For example, a person can become a waiter or waitress even if he/she has never worked before.</i>	<i>Some of these occupations may require a high school diploma or GED certificate.</i>	<i>Employees in these occupations need anywhere from a few days to a few months of training. Usually, an experienced worker could show you how to do the job.</i>	<i>These occupations involve following instructions and helping others. Examples include taxi drivers, amusement and recreation attendants, counter and rental clerks, nonfarm animal caretakers, continuous mining machine operators, and waiters/waitresses.</i>
<i>Job Zone Two: Some Preparation Needed</i>	<i>Some previous work-related skill, knowledge, or experience is usually needed. For example, a teller would benefit from experience working directly with the public.</i>	<i>These occupations usually require a high school diploma.</i>	<i>Employees in these occupations need anywhere from a few months to one year of working with experienced employees. A recognized apprenticeship program may be associated with these occupations.</i>	<i>These occupations often involve using your knowledge and skills to help others. Examples include sheet metal workers, forest fire fighters, customer service representatives, physical therapist aides, salespersons (retail), and tellers.</i>
<i>Job Zone Three: Medium Preparation Needed</i>	<i>Previous work-related skill, knowledge, or experience is required for these occupations. For example, an electrician must have completed three or four years of apprenticeship or several years of vocational training, and often must have passed a licensing exam, in order to perform the job.</i>	<i>Most occupations in this zone require training in vocational schools, related on-the-job experience, or an associate's degree.</i>	<i>Employees in these occupations usually need one or two years of training involving both on-the-job experience and informal training with experienced workers. A recognized apprenticeship program may be associated with these occupations.</i>	<i>These occupations usually involve using communication and organizational skills to coordinate, supervise, manage, or train others to accomplish goals. Examples include food service managers, electricians, agricultural technicians, legal secretaries, occupational therapy assistants, and medical assistants.</i>
<i>Job Zone</i>	<i>A considerable amount of</i>	<i>Most of these</i>	<i>Employees in these</i>	<i>Many of these occupations</i>

<i>Four: Considerable Preparation Needed</i>	<i>work-related skill, knowledge, or experience is needed for these occupations. For example, an accountant must complete four years of college and work for several years in accounting to be considered qualified.</i>	<i>occupations require a four-year bachelor's degree, but some do not.</i>	<i>occupations usually need several years of work-related experience, on-the-job training, and/or vocational training.</i>	<i>involve coordinating, supervising, managing, or training others. Examples include accountants, sales managers, database administrators, teachers, chemists, art directors, and cost estimators.</i>
<i>Job Zone Five: Extensive Preparation Needed</i>	<i>Extensive skill, knowledge, and experience are needed for these occupations. Many require more than five years of experience. For example, surgeons must complete four years of college and an additional five to seven years of specialized medical training to be able to do their job.</i>	<i>Most of these occupations require graduate school. For example, they may require a master's degree, and some require a Ph.D., M.D., or J.D. (law degree).</i>	<i>Employees may need some on-the-job training, but most of these occupations assume that the person will already have the required skills, knowledge, work-related experience, and/or training.</i>	<i>These occupations often involve coordinating, training, supervising, or managing the activities of others to accomplish goals. Very advanced communication and organizational skills are required. Examples include librarians, lawyers, sports medicine physicians, wildlife biologists, school psychologists, surgeons, treasurers, and controllers.</i>

Fonte: O*NET.

Quando classificamos as ocupações do CEIS segundo as zonas de trabalho, tal como está apresentado em anexo, obtemos o seguinte resultado: 46,5% das ocupações (76 das ocupações) estão classificadas no maior nível de preparo (*job zone 5*); 15,9% das ocupações (25 das ocupações) estão classificadas no maior nível de preparo (*job zone 4*); 23,6% das ocupações (37 das ocupações) estão classificadas no maior nível de preparo (*job zone 3*); e 14% das ocupações (22 das ocupações) estão classificadas no maior nível de preparo (*job zone 2*). Nenhuma ocupação do CEIS foi classificada no nível 1.

2.3.2.5. Ocupações Emergentes:

Outro parâmetro que pode auxiliar na construção da metodologia, principalmente para a sua validação, é a identificação das chamadas “ocupações emergentes” e daquelas com maior tendência de automação a partir do estudo do WEF (2020). É possível, a partir da lista indicada, identificar as ocupações na CBO e trazer para o contexto da saúde digital e do CEIS.

Durante (2022) parte do estudo do WEF (2020) para identificar na base de ocupações da CBO as ocupações brasileiras compatíveis (passando pelas bases: ISCO, SOC-O*NET). Os quadros a seguir mostram a lista de ocupações emergentes e aquelas com maior tendência à automação para os EUA e a sua compatibilização para o Brasil.

Quadro 22 – Ocupações emergentes e com maior tendência à automação a partir de WEF (2020) – EUA

Ocupações emergentes	Ocupações com maior tendência de automação
<i>AI and Machine Learning Specialists</i>	<i>Data Entry Clerks</i>
<i>Digital Marketing and Strategy Specialists</i>	<i>Administrative and Executive Secretaries</i>

<i>Business Development Professionals</i>	<i>Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks</i>
<i>Information Security Analysts</i>	<i>Accountants and Auditors</i>
<i>Software and Applications Developers</i>	<i>Assembly and Factory Workers</i>
<i>Project Manager</i>	<i>Client Information and Customer Service Workers</i>
<i>Process Automation Specialists</i>	<i>General and Operational Managers</i>
<i>Database and Network Professionals</i>	
<i>Robotics Engineers</i>	
<i>Strategic Advisors</i>	
<i>Management and Organization Analysts</i>	
<i>Mechanics and Machinery Repaires</i>	
<i>Risk Management Specialists</i>	

Fonte: Durante (2022), a partir de WEF (2020, 2020a).

Quadro 23 – Ocupações emergentes e com maior tendência à automação a partir de WEF (2020) e O*NET – EUA

Ocupações com tendência de crescimento	
Ocupações relacionadas na bibliografia	Ocupações correspondentes na O*NET
<i>AI and Machine Learning Specialists</i>	<i>Computer and Information Research Scientists</i>
<i>Digital Marketing and Strategy Specialists</i>	<i>Search Marketing Strategists</i>
<i>Business Development Professionals</i>	<i>Chief Executives</i>
<i>Information Security Analysts</i>	<i>Information Security Analysts</i>
<i>Software and Applications Developers</i>	<i>Software Developers</i> <i>Web Developers</i>
<i>Project Manager</i>	<i>Project Management Specialists</i>
<i>Process Automation Specialists</i>	<i>Computer Systems Engineers/Architects</i>
<i>Database and Network Professionals</i>	<i>Database Architects</i> <i>Computer Programmers</i>
<i>Robotics Engineers</i>	<i>Robotics Engineers</i>
<i>Strategic Advisors</i>	<i>Business Intelligence Analysts</i>
<i>Management and Organization Analysts</i>	<i>Management Analysts</i>
<i>Mechanics and Machinery Repaires</i>	<i>Electrical and Electronics Repairers, Commercial and Industrial Equipment</i>
<i>Risk Management Specialists</i>	<i>Financial Risk Specialists</i>
Ocupações com forte tendência de automação	
<i>Data Entry Clerks</i>	<i>Data Entry Keyers</i>
<i>Administrative and Executive Secretaries</i>	<i>Executive Secretaries and Executive Administrative Assistants</i>
<i>Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks</i>	<i>Bookkeeping, Accounting, and Auditing Clerks</i>
<i>Accountants and Auditors</i>	<i>Accountants and Auditors</i>
<i>Assembly and Factory Workers</i>	<i>Engine and Other Machine Assemblers</i>
<i>Client Information and Customer Service Workers</i>	<i>Customer Service Representatives</i>
<i>General and Operational Managers</i>	<i>General and Operations Managers</i>

Fonte: Durante (2022), a partir dos estudos do WEF (2020, 2020a) e da O*NET.

Quadro 24 – Compatibilização das ocupações a partir de SOC/OWES e CBO/RAIS – EUA e Brasil

SOC/OWES (ocupações)	CBO/RAIS (famílias)	CBO/RAIS (ocupações)	Bloco
<i>Computer and Information Research Scientists</i>	Pesquisadores das Ciências Naturais e Exatas	Pesquisador em Ciências da Computação e Informática Pesquisador em Ciências da Terra e Meio Ambiente Pesquisador em Física Pesquisador em Matemática Pesquisador em Química	1
<i>Database Administrators and Architects</i>	Técnicos de Desenvolvimento de Sistemas e Aplicações	Programador de Internet Programador de Sistemas de Informação Programador de Máquinas-ferramenta com Comando Numérico Programador de Multimídia	1
<i>Web Developers and Digital Interface Designers</i>	Técnicos de Desenvolvimento de Sistemas e Aplicações		
<i>Computer Programmers</i>	Técnicos de Desenvolvimento de Sistemas e Aplicações		
<i>Computer Occupations, All Other</i>	Administradores de Tecnologia da Informação	Administrador de Banco de Dados Administrador de Redes Administrador de Sistemas Operacionais Administrador em Segurança da Informação	1
<i>Information Security Analysts</i>	Administradores de Tecnologia da Informação		
<i>Market Research Analysts and Marketing Specialists</i>	Profissionais de Relações Públicas, Publicidade, Mercado e Negócios	Relações Públicas Redator de Publicidade Agente Publicitário Analista de Negócios Analista de Pesquisa de Mercado	2
<i>Data Scientists and Mathematical Science Occupations, All Other</i>	Profissionais de Relações Públicas, Publicidade, Mercado e Negócios		
<i>Project Management Specialists and Business Operations Specialists, All Other</i>	Administradores	Administrador	2
<i>Chief Executives</i>	Diretores Gerais	Diretor de Planejamento Estratégico Diretor Geral de Empresas e Organizações (Exceto de Interesse Público)	2
<i>Software Developers and Software Quality Assurance Analysts and Testers</i>	Engenheiros em Computação	Engenheiro de Aplicativos em Computação Engenheiro de Equipamentos em Computação Engenheiro de Sistemas Operacionais em Computação	1
<i>Engineers, All Other</i>	Engenheiros Mecatrônicos	Engenheiro Mecatrônico Engenheiro de Controle Automação Tecnólogo em Mecatrônica Tecnólogo em Automação Industrial	1
<i>Management Analysts</i>	Técnicos de Planejamento e Controle de Produção	Cronoanalista Cronometrista Controlador de Entrada e Saída Planejista Técnico de Planejamento de Produção Técnico de Planejamento e Programação da Manutenção Técnico de Planejamento e Programação da Manutenção	2
<i>Electrical and Electronics Repairers, Commercial and Industrial Equipment</i>	Técnicos em Eletricidade e Eletrotécnica Técnicos em Eletrônica	Eletrotécnico Eletrotécnico (Produção de Energia) Eletrotécnico na Fabricação, Montagem e Instalação de Máquinas e Equipamentos Técnico de Manutenção Elétrica Técnico de Manutenção Elétrica de Máquina Técnico Eletricista Técnico de Manutenção Eletrônica Técnico de Manutenção Eletrônica (Circuitos de Máquinas com Comando Numérico) Técnico Eletrônico Técnico em Manutenção de Equipamentos de Informática	2
<i>Financial and Investment Analysts, Financial Risk</i>	Gerentes Administrativos, Financeiros, de Risco e Afins	Gerente Administrativo Gerente de Risco	2

<i>Specialists, and Financial Specialists, All Other</i>		Gerente Financeiro Tecnólogo em Gestão Administrativo-financeira	
<i>Administrative Services and Facilities Managers</i>	Gerentes Administrativos, Financeiros, de Risco e Afins		
<i>Data Entry Keyers</i>	Operadores de Equipamentos de Entrada e Transmissão de Dados	Datilógrafo Digitador Operador de mensagens de telecomunicações (correios) Supervisor de digitação e operação	1
<i>Executive Secretaries and Executive Administrative Assistants</i>	Secretárias Executivas e Bilingües	Secretária(o) executiva(o) Secretário bilingüe Secretária trilingüe Tecnólogo em secretariado escolar	1
<i>Bookkeeping, Accounting, and Auditing Clerks</i>	Auxiliares de Contabilidade	Analista de folha de pagamento Auxiliar de contabilidade Auxiliar de faturamento	1
<i>Accountants and Auditors</i>	Contadores e Afins	Auditor (contadores e afins) Contador Perito contábil	1
<i>Engine and Other Machine Assemblers</i>	Ajustadores Mecânicos Polivalentes Montadores de Máquinas, Aparelhos e Acessórios em Linha de Montagem Montadores de Máquinas Industriais Montadores de Máquinas Pesadas e Equipamentos Agrícolas Mecânicos Montadores de Motores e Turboalimentadores Montadores de Veículos Automotores (Linha de Montagem) Montadores de Sistemas e Estruturas de Aeronaves	Ajustador ferramenteiro Ajustador mecânico Ajustador mecânico (usinagem em bancada e em máquinas-ferramentas) Ajustador mecânico em bancada Ajustador naval (reparo e construção) Operador de manutenção e recarga de extintor de incêndio Montador de máquinas, motores e acessórios (montagem em série) Montador de máquinas Montador de máquinas gráficas Montador de máquinas operatrizes para madeira Montador de máquinas têxteis Montador de máquinas-ferramentas (usinagem de metais) Montador de equipamento de levantamento Montador de máquinas agrícolas Montador de máquinas de minas e pedreiras Montador de máquinas de terraplenagem Mecânico montador de motores de aeronaves Mecânico montador de motores de embarcações Mecânico montador de motores de explosão e diesel Mecânico montador de turboalimentadores Montador de veículos (linha de montagem) Operador de time de montagem Montador de estruturas de aeronaves Montador de sistemas de combustível de aeronaves	1
<i>Customer Service Representatives</i>	Receptionistas	Recepcionista, em geral Recepcionista de consultório médico ou dentário Recepcionista de seguro saúde Recepcionista de hotel Recepcionista de banco Concierge	1

<i>General and Operations Managers</i>	Gerentes de Produção e Operações em Empresas da Indústria Extrativa, da Transformação e de Serviços de Utilidade Pública	Gerente de produção e operações	1
--	--	---------------------------------	---

Nota: Bloco 1: TIC, computação e informática; Bloco 2: Outras emergentes; Bloco 3: Tendência à automação.

Fonte: Adaptado de Durante (2022), a partir de SOC/OWES, ISCO e CBO/RAIS; CBO/MT.

Na sequência, Durante (2022) faz a análise comparativa da evolução dos ocupados entre os mercados de trabalho dos EUA e do Brasil, entre 2009 e 2019. Nessa análise, o autor considera três blocos: 1) TICs, computação e informática; 2) demais ocupações emergentes; e 3) com tendência elevada de automação. A organização das ocupações da CBO (famílias) nestes três blocos já foi indicada no quadro anterior e foi sistematizada no próximo quadro.

Quadro 25 – Ocupações da CBO (famílias) organizadas nos três blocos de análise

Bloco 1: TIC, computação e informática	Bloco 2: Outras emergentes	Bloco 3: Tendência à automação
Especialistas de Informática (Administradores de Tecnologia da Informação)	Diretores Gerais	Escriturários de Contabilidade
Pesquisadores das Ciências Naturais e Exatas	Gerentes Administrativos, Financeiros e de Risco	Receptionistas
Técnicos em Programação (Técnicos de Desenvolvimento de Sistemas e Aplicações)	Administradores	Secretários Executivos e Bilingue
Engenheiros em Computação	Técnico de Planejamento e Controle de Produção	Operadores de Equipamentos de Entrada e Transmissão de Dados
Engenheiros Mecatrônicos	Profissionais de Relações Públicas, Publicidade, Mercado e Negócios	Contadores e Auditores
	Técnicos em Eletrônica	Gerentes de Produção e Operações em Empresas da Indústria Extrativa, de Transformação
	Técnicos em Eletricidade e Eletrotécnicos	Ajustadores Mecânicos Polivalentes
		Montadores de Máquinas, Aparelhos e Acessórios em Linhas de Montagem
		Montadores de Máquinas Industriais
		Montadores de Máquinas Pesadas e Equipamentos Agrícolas
		Montadores de Motores e Turbinas
		Montadores de Veículos Automotores (Linha de Montagem)
		Montadores de Sistemas e

Fonte: Durante (2022), a partir da CBO/RAIS.

2.3.3. Discussão

Um dos pontos mais importantes para trazer para discussão foi colocado por Petitgand (NETHIS, 2021, 2022), pela SBIS (2016), por Autor, Mindell e Reynolds (2020) e pelos especialistas consultados: é muito mais forte a demanda e a tendência a superespecialização e a interdisciplinaridade do trabalho humano, do que a sua automação ou robotização. Ou seja, a complementariedade das novas tecnologias é maior que a substituição plena das ocupações; assim como a exigência de novas, complexas e integradas habilidades e tarefas é um processo intenso observado no mercado de trabalho. O que se verifica no âmbito do CEIS, principalmente nos serviços de saúde, ensino e pesquisa, difere do que acontece nos setores de produção, comércio e financeiro da saúde. Ou seja, no Modelo 3 é muito importante diferenciar os setores de atividade, pois a probabilidade de automação das ocupações do CEIS é maior no setor produtivo, de comércio e financeiro frente aos setores de ensino, pesquisa e serviços de saúde. E dentro do setor de serviços de saúde, vai existir a diferenciação entre os serviços de atenção e de cuidado à saúde em relação aos serviços de diagnóstico.

Além disso, no âmbito da saúde a presença das *soft skills* é intensa, principalmente no setor de serviços de saúde e de ensino a ele vinculado. Fica evidente que a força de trabalho humana ainda é requisitada para diversas tarefas e em diversas ocupações. Tanto aquelas mais analíticas e cognitivas, quanto aquelas que envolve relações pessoais e aspectos emocionais. O que não está tão presente na indústria, no comércio e no mercado de seguros e planos de saúde. Por mais este motivo, é importante diferenciar os segmentos do CEIS.

Os autores Autor, Mindell e Reynolds (2020) fazem uma discussão sobre a automação acrescentando ainda algumas novas possibilidades e novas interpretações. De maneira geral,

Para ir além de um foco simplista na contagem de empregos potencialmente afetados, um ponto de partida útil é examinar de perto os diferentes mecanismos por meio dos quais a automação altera o trabalho humano. Esse processo opera por meio de três canais distintos, mas relacionados: substituição, complementariedade e criação de novas tarefas. Desses três, apenas o primeiro (substituição) costuma ser reconhecido nas discussões populares — o que acreditamos levar a um pessimismo indevido (p. 3).

Contudo, a substituição representa menos da metade da história (e de fato as máquinas raramente substituem os trabalhadores humanos na mesma proporção). Com frequência, a automação complementa as capacidades cognitivas e criativas dos trabalhadores (...) [e] aumenta o valor do conhecimento humano no desenvolvimento e na orientação de processos de produção complexos, assim como fornece ferramentas que permitem que as pessoas transformem suas ideias em produtos e serviços (p. 3).

O impacto significativo atual da IA no mercado de trabalho é o de “estimular o aumento da demanda por cientistas da computação e de dados” (p.10). Contudo, existe a previsão de que “tenha maiores efeitos de deslocamento em profissionais e técnicos mais qualificados do que as ondas anteriores de automação” (p. 10).

Além disso, “Por ora, esta discussão é um tanto especulativa e os estudos empíricos estão muito concentrados na realidade norte-americana, onde estas tendências estão mais avançadas e as fontes de dados primários são mais fartas” (p.16). Ou seja, é sempre necessário ter uma visão mais ampla, em termos de discussão dos diversos contextos socioeconômicos, para que possamos traçar tendências nos diferentes mercados de trabalho.

No entanto, quais são as características centrais dessa nova onda de mudanças tecnológicas que a difere das anteriores? Autor, Mindell e Reynolds (2020) vão defender que o maior impacto é o da polarização: “a era digital catalisou a polarização do mercado de trabalho — ou seja, o crescimento simultâneo de empregos com nível maior de ensino e alta remuneração, e de menor nível de ensino e baixa remuneração, em detrimento de empregos que exigem qualificação média” (p. 4).

Assim como as ondas anteriores de automação, a era atual de digitalização também complementa as habilidades de trabalhadores altamente qualificados, que possuem conhecimento, discernimento e criatividade. Mas, ao contrário de eras anteriores, a automação digital tende a deslocar trabalhadores de habilidades médias, que executam tarefas codificáveis de rotina, como vendas, suporte de escritório e administrativo, além de ocupações nas áreas de produção, artesanato e consertos em geral (p. 4).

(...) o perfil dos novos empregos será, muito provavelmente, polarizado, com um número relativamente pequeno de ocupações de alta qualificação e remuneração, concentrados em setores como tecnologia da informação (TI) e finanças, versus um grande volume de ocupações de baixa qualificação e remuneração, em setores como comércio e serviços pessoais (p. 16-7).

Os autores vão analisar também como a automação, robótica, a Inteligência Artificial e o aprendizado de máquina (ML) estão sendo aplicados na prática no momento atual e quais serão os seus impactos para o futuro do trabalho – “Que níveis de substituição, complementaridade e criação de novas tarefas podemos esperar?” (p. 6).

De acordo com Autor, Mindell e Reynolds (2020), os robôs estão chegando, mas ainda lentamente.

Os robôs integram compreensão, percepção e comando e, portanto, são inerentemente mais complexos de serem implantados do que os sistemas de software convencionais. Diante disso, não se difundem na mesma velocidade rápida à qual estamos acostumados a ver com produtos baseados apenas em software, como aplicativos ou serviços web. Os robôs continuam sendo caros, relativamente inflexíveis e difíceis de integrar em ambientes de trabalho (p. 7).

Esses obstáculos estão diminuindo, mas em um ritmo gradual. A manipulação de precisão tem conquistado grandes avanços, mas a flexibilidade humana ainda está longe de ser alcançada (p. 7).

O que se observa é que os equipamentos estão cada vez mais “habilitados por sistemas de percepção e software cada vez mais poderosos” e “os robôs estão abrindo caminho em diversos novos ambientes, de serviços de alimentação a cirurgias, conforme a promessa dos softwares habilitados por IA amplia seu alcance e sua flexibilidade” (p. 7). Ou seja, o que observa é uma nova combinação entre robô, software e IA – são os robôs colaborativos e com inteligência aumentada – que estão sendo incorporado para “além do chão de fábrica”, podendo assumir funções em, por exemplo, hospitais e lojas de varejo. Além disso, os autores apresentam como exemplo uma pesquisa recente da professora Julie Shah, do MIT, que mostrou como os robôs podem ajudar os enfermeiros a tomarem decisões críticas e urgentes em uma enfermaria de obstetrícia (AUTOR; MINDELL; REYNOLDS, 2020).

Autor, Mindell e Reynolds (2020) também analisam o universo da IA e do ML e os classificam como sendo forças profundas, mas com capacidades limitadas. Segundo os autores, a inteligência artificial, por mais que envolva componentes semelhante aos da robótica, pode ter um alcance mais amplo, pois pode também assumir formatos associados apenas a softwares. O alcance real dessas tecnologias (robótica e IA) ainda é incerto. No entanto, especialistas acreditam que, em um futuro distante, pode tomar maiores proporções. No campo do cuidado, por exemplo:

O novo padrão para Inteligência Artificial Geral deve incluir tarefas de trabalho, como aquelas exigidas de um auxiliar da saúde em domicílios — incluindo ajuda física a um ser humano frágil, observações de seu comportamento e comunicações com familiares e médicos (p. 8).

Além do vínculo da IA e do ML com robôs e/ou com softwares, eles podem ser associados à computação em nuvem, o que potencializa a sua disseminação e a sua acessibilidade, constituindo a “Open IA”.

As barreiras para implantar essas tecnologias estão sendo rapidamente derrubadas na medida que os serviços de IA baseados em nuvem tornam os algoritmos – antes disponíveis apenas para empresas altamente qualificadas e com muitos recursos – agora acessíveis para pequenas empresas e, até mesmo, empresas individuais (...). Essas aplicações já estão substituindo tarefas e aspectos de empregos existentes (p. 8-9).

Além disso, uma questão altamente relevante é apresentada por Autor, Mindell e Reynolds (2020), e por outros especialistas, como será discutido mais à frente, que é a questão da imparcialidade e da confiança dos sistemas e dos dados utilizados para o seu treinamento.

O Relatório de Desenvolvimento do PNUD para os anos de 2021 e 2022 apresentou como tema central a questão da incerteza e, dentre os fatores determinantes, trouxe a questão das novas tecnologias, apontando o fato de que “cada vez mais as nossas vidas estão a ser determinadas por algoritmos e, em particular, pela inteligência artificial” (PNUD, 2022, p. 12). No âmbito desta pesquisa, o PNUD (2022) analisa os impactos no mercado de trabalho e na

saúde e evidencia um processo de ambivalência - de oportunidade e de risco, ao mesmo tempo. No segundo caso, veremos a expansão de fronteiras no atendimento médico, com a aplicação da IA em muitas áreas (biologia sintética, no tratamento do câncer, no diagnóstico). Mas, também, é necessário reconhecer a ameaça “acerca do que significa ser humano” (PNUD, 2022, p. 13).

No primeiro caso o central é que veremos um processo de destruição e de criação de tarefas e de ocupações em simultâneo. De maneira geral, o PNUD (2022) considera que o potencial de ganho (maior qualificação, maior potência da atividade humana, novas tarefas, novas ocupações, novas indústrias) é maior que o de perda (automatização). Contudo, é preciso enfrentar os impactos negativos sobre o mercado de trabalho, por conta da substituição da força de trabalho, através de políticas governamentais. E é preciso agir rápido.

Não podemos, contudo, dar-nos ao luxo de ficar à espera por muito mais tempo. Os impactos negativos do deslocamento da inteligência artificial são demasiado grandes, demasiado prováveis e demasiado rápidos, especialmente se os incentivos à substituição de mão-de-obra dominarem o seu desenvolvimento. As políticas têm de ser postas em prática e as instituições têm de assumir o seu papel, garantindo que a inteligência artificial é orientada para as pessoas e não em seu detrimento, de forma a desbloquear e antecipar o seu potencial de transformação positiva (PNUD, 2022, p. 16).

Assim, é necessário relativizar a visão otimista de que haveria uma tendência intrínseca no mercado de trabalho de absorver tais tecnologias de forma a “gerar” mais empregos do que “destruir”. Isso se coloca porque a variável do emprego é uma variável determinada e não determinante. Determinação essa vinculada a inúmeros fatores, dentre eles, a própria capacidade e nível de desenvolvimento e absorção de tecnologia que o país dispõe, mas também pela estruturação e dinâmica do seu parque industrial e pela conjuntura e dinâmica macroeconômica interna e externa.

Neste sentido, é preciso analisar como esses processos e essas relações sistêmicas acontecem nos diversos setores, mas, principalmente, dentro do CEIS. O CEIS já mostrou a sua potência em termos de incorporação e de desenvolvimento tecnológico 4.0 vinculado ao desenvolvimento de pesquisa e de potencial inovativo, de implantação de indústrias e laboratórios de ponta vinculadas ao setor farmacêutico e de imunobiológicos, e também pela presença de importantes empresas vinculadas ao setor de equipamentos médicos. Contudo, os especialistas mostram que o Brasil, a despeito da sua histórica potência no desenvolvimento de software, é muito mais usuário das tecnologias desenvolvidas nos países mais avançados, o que faz com que o impacto sobre as ocupações em termos de sofisticação tecnológica acabe acontecendo fora do país, sobrando para o território nacional a geração de ocupações usuárias, mesmo que em nível mais potente e complexo.

Além disso, não podemos nos esquecer que o mercado de trabalho do CEIS no Brasil apresenta uma estrutura e uma dinâmica diferente do mercado de trabalho como um todo, com alguns outros determinantes específicos que permitem a geração de bons empregos e a proteção dos mesmos, como, por exemplo, a exigência de formação e inserção profissional regulamentada, a formalização das relações de trabalho e a elevada participação do emprego público, seja estatutário, seja regido pela legislação trabalhista, vulgo CLT.

O país ainda possui ainda uma sofisticada estrutura de serviços de saúde e de escolas de formação, com novos cursos surgindo na área de conhecimento da informática em saúde. Contudo, aqui encontra-se a forte presença do setor hospitalar privado, que oferece um atendimento de saúde de ponta, além de investir pesadamente no ensino e na pesquisa. Isso precisa ser um ponto de reflexão e objeto de intervenção pública no sentido de levar os benefícios deste conhecimento e desta capacidade de atendimento para todos os cidadãos brasileiros, através do SUS.

Desta maneira, ainda que seja fundamental a existência de políticas de qualificação e requalificação de mão de obra para o atendimento das novas demandas apresentadas pela emergência (e eventual predominância) das tecnologias 4.0, a existência de pessoas qualificadas diante da ausência de transformações mais profundas na estrutura produtiva não garantirá uma inserção adequada no mercado de trabalho. Isso dependerá, fundamentalmente, do contexto político e socioeconômico em que estarão inseridas.

Neste sentido, é importante evidenciar a conexão entre as metodologias e as análises possíveis a partir dos três modelos propostos: do modelo 1, que procura compreender o potencial de incidência tecnológica nas ocupações do CEIS; do modelo 2, que busca entender se as ocupações têm características mais próximas de “usuários” ou “desenvolvedores” de tecnologias 4.0; e do 3, que se debruça sobre a discussão de automatização (ou não) das ocupações. Os três, de maneira combinada, permitem identificar a estrutura ocupacional do mercado de trabalho brasileiro a partir do conteúdo tecnológico e o quão este mercado está já absorvendo e está apto a absorver as novas tecnologias 4.0 vinculadas ao CEIS, analisando se este processo está mais vinculado ao uso ou ao desenvolvimento dessas tecnologias e se vai ser responsável por automatizar ou deslocar (criando ou requalificando) as ocupações.

Assim, um primeiro “determinante” a ser observado seria o de se as ocupações de fato irão incorporar as tecnologias para as quais teriam potencial - ou seja, se aquilo que é proposto pela análise do modelo 1 de fato se concretizará. O modelo 2, assim, faz uma importante ponte entre os dois modelos, pois procura compreender se as ocupações poderiam participar como usuárias ou desenvolvedoras da inserção de tais tecnologias.

E essa discussão vincula-se de maneira direta com o objeto apresentado pelo modelo 3, uma vez que as ocupações com menores chances de serem automatizadas (principalmente

de maneira “completa”, ou seja, que não perderão espaço para a substituição de máquinas) são aquelas baseadas em *soft skills* e gargalos tecnológicos. Algumas delas estão fortemente ligadas a atividades “desenvolvedoras” de tecnologias, como, por exemplo, as habilidades de resolver problemas complexos (através do desenvolvimento de soluções técnicas e digitais), habilidades vinculadas ao desenvolvimento de estratégias de aprendizado (vinculado a IA e ML) e habilidades de desenvolvimento de mecanismos de monitoramento (equipamentos com software embarcado).

E no caso do CEIS, as *soft skills* tornam-se particularmente relevantes, tanto por estarem vinculadas a tarefas executadas no âmbito das indústrias do complexo, mas também no ensino, na pesquisa e nos serviços de saúde. As habilidades exigidas neste sentido são as de: coordenação, negociação, instrução, persuasão, orientação (pessoal ou em perspectiva social), resolução de problemas, julgamento e tomada de decisão, atenção e escuta, pensamento crítico/analítico, gestão; além daquelas vinculadas ao desenvolvimento tecnológico que foram mencionadas logo acima e que podem ser aplicadas à saúde.

No caso dos serviços de saúde, a questão central é que eles devem envolver a questão da humanização do atendimento e do cuidado em saúde, atividades estas que exigem as habilidades sociais e emocionais, para além das capacidades cognitivas, as quais ainda não foram plenamente codificadas pela IA, ML e por robôs e que ainda seguem como foco de intenso debate sobre a necessidade de se manter a presença da figura humana na execução das tarefas de atender um paciente e sua família e encaminhar o tratamento e cuidado.

De maneira geral, os desdobramentos do modelo 3 seriam, em última instância, determinados pelos condicionantes apresentados pelos modelos 1 e 2: a incidência (ou não) das tecnologias nas ocupações do CEIS e a forma como ela acontece. Se não ocorrer a incidência não haverá impacto algum, nem de automação (ou não), nem de reconversão ou deslocamento. E se houver a incidência e ela for no sentido apenas do uso das novas tecnologias o impacto será diferente do que se ela for no sentido do desenvolvimento tecnológico, dado que serão exigidas outras competências, outras habilidades, outras tarefas, outras ocupações e outras formações.

Ou seja, a discussão de capacitação dos profissionais do CEIS não pode, de forma alguma, estar desvinculada de uma perspectiva mais ampla de desenvolvimento, trazendo para o centro do debate, também, alternativas para a transformação da estrutura produtiva do país em direção a elos da cadeia produtiva mais intensivos em atividades de desenvolvimento tecnológico, em diálogo com o que foi proposto durante a discussão do modelo 2 e com o conceito do Complexo Econômico-Industrial da Saúde. A partir dessa lógica, as políticas públicas, essenciais para minorar os impactos negativos da incorporação de tecnologias como

a IA, como apontado pelo relatório do PNUD (2022), devem assumir um caráter complexo e coordenado para vincular as políticas de qualificação da mão de obra às de desenvolvimento produtivo, para que a entrada do Brasil não se dê de forma passiva nesta profunda transformação da economia global.

Mais ainda: é necessário enfatizar que a existência de gargalos tecnológicos em diversos setores do CEIS, como nos serviços de saúde e na educação, são uma preciosa oportunidade para também vincular a criação de novas ocupações altamente qualificadas, que se utilizem das tecnologias 4.0 para o aprimoramento e maior eficiência de suas tarefas, desde que sigam garantindo um atendimento humanizado, colocando o cuidado aos usuários do serviço, e cidadãos, em primeiro plano. Para tal, também são grandes os desafios de qualificação e requalificação profissional. Mais sobre ambos os tópicos será abordado na seção correspondente a uma proposta de agenda de políticas públicas sobre a temática.

2.3.4. Síntese: avanços, limitações e dificuldades

Quadro 26 – Síntese dos avanços, limitações e dificuldade do Modelo 3

Avanços	<ul style="list-style-type: none"> ● 4 possíveis caminhos metodológicos, que podem (ou não) se combinar ou servirem de validação cruzada; ● Uso dos verbos associados às <i>soft skills</i> para identificação dos gargalos tecnológicos; ● Novas referências e fontes de informação; ● Oficina metodológica com especialistas; ● Busca pela quantificação de importância da “humanização” da saúde; ● Conceitual: combinação/convergência/integração de diferentes tecnologias 4.0 (por exemplo: <i>software</i> e <i>hardware</i>; <i>software</i> de coleta de dados e <i>software</i> de banco e/ou de análise de dados); diferentes níveis de uso da tecnologia.
Limitações	<ul style="list-style-type: none"> ● Base de dados (bases de dados nacionais são desatualizadas e possuem poucas opções de variáveis; limitações da compatibilização com bases internacionais); ● Necessidade de adaptação de metodologias e padrões internacionais à análise da realidade brasileira; ● Aplicação das propostas metodológicas; ● Compatibilização das bases de dados; ● Possíveis equívocos classificatórios das ocupações a partir do uso de palavras-chave mais “genéricas” (há uma possível “margem de erro”);
Dificuldades	<ul style="list-style-type: none"> ● Aplicabilidade das metodologias já desenvolvidas ao contexto do CEIS; ● Grande número de informações a serem analisadas qualitativamente; ● Precisão na quantificação de importância da “humanização” da saúde;

Fonte: Elaboração dos autores.

3. Discussão sobre Políticas Públicas orientadas aos desafios do CEIS e a sustentabilidade do SUS ("policy oriented")

3.1. Fundamentação e contextualização das políticas públicas

Em primeiro lugar é necessário evidenciar a importância da política pública. O principal ponto é que o Estado deve ser capaz de promover as mudanças tecnológicas oportunas e necessárias para o desenvolvimento do CEIS 4.0 e a sustentabilidade do SUS, em prol da soberania tecnológica 4.0, seja ela da produção de conhecimento e de bens e serviços, seja ela da formação de quadros técnicos alocados em todos os setores do CEIS. Segundo Autor, Mindell e Reynolds (2020), a IA e a robótica tem um enorme potencial transformador da economia e da sociedade, contudo, “[se] as nações e suas populações irão realizar esse potencial dependerá das instituições de governança, de investimento social, educação, leis e liderança pública e privada para transformar a riqueza agregada em maior prosperidade compartilhada em vez de aumentar a desigualdade” (AUTOR; MINDELL; REYNOLDS, 2020, p. 2).

Rigoli (NETHIS, 2022) cita o Relatório da ONU, de 2021, que aponta na direção do “compromisso genuíno dos governos em projetar seu ‘estado de bem-estar digital (...) como uma maneira de garantir um padrão de vida decente para todos na sociedade’” (n.p.). E, tal como é discutido no relatório do PNUD (2022), não podemos esperar e nem nos tornar passivos, é preciso agir rápido, afinal estas transformações provocadas pela IA são profundas e têm acontecido em um ritmo acelerado. As instituições precisam assumir o seu papel neste sentido, de proteger a sociedade e promover o seu bem-estar e a sua segurança.

Um dos meios de promover o bem-estar dos seus cidadãos é proteger o seu emprego e a sua renda, além da sua saúde. E para que as políticas públicas sejam desenhadas baseadas em evidências e conhecimentos, é preciso que sejam realizadas pesquisas e, para tal, é fundamental que as bases de dados sejam completas e atualizadas. Sem ter acesso às informações fica muito mais difícil identificar quais são os vetores de força que poderão ser aproveitados e quais são as limitações e os desafios que precisarão ser enfrentados. E essa é uma das questões centrais encontradas através desta pesquisa sobre o mercado de trabalho no CEIS: a falta de bases de dados completas e atualizadas sobre as ocupações e o perfil ocupacional, a partir das bases do Ministério do Trabalho e do IBGE, que são as principais bases nacionais sobre o tema. Neste sentido, a SBIS tem trabalhado na revisão das bases de dados do mercado de trabalho brasileiro, inclusive aplicando para o Brasil a metodologia de identificação das competências do profissional de informática em saúde desenvolvida pela IMIA, já tendo feito um esforço anterior publicado em SBIS (2016) e, no ano de 2022, no XIX CBIS organizou uma oficina de trabalho com especialistas para a revisão das competências em informática em saúde, a partir de nova publicação atualizada do IMIA.

No caso da saúde e dos serviços de saúde, o que se acompanha é um avanço nos sistemas de informações, tal como será tratado mais a frente. Inclusive está em vigência no Brasil a Estratégia de Saúde Digital para 2020-2028. tal como será discutido mais à frente. Contudo, este avanço não inclui um conjunto de informações sobre as ocupações no complexo. As informações que existem são sobre os recursos humanos alocados no setor de serviços de saúde, e, na maioria das vezes, das profissões mais tradicionais e específicas da saúde, como médico e enfermeiro.

Diante desta questão, para se desenvolver um estudo mais aprofundado e mais complexo, tal como o objeto de estudo desta pesquisa exige - entender as mudanças no mercado de trabalho do CEIS derivadas da incorporação das tecnologias 4.0 - é preciso recorrer a especialistas nas diversas áreas de conhecimento aqui requisitadas e às bases de mercado de trabalho internacionais, dentre elas as bases norte-americanas (mas também existem as bases da OCDE e do Canadá, por exemplo), que são muito mais completas e atualizadas. Este esforço nos permite captar as tendências de mudança no país. Porém, isso vai exigir um grande esforço de compatibilização das bases de dados, o que requer uma tecnicidade e um cuidado elevados para identificar e compreender a realidade e a caracterização das ocupações no país de origem e na sua aplicação no Brasil; além de ter como crítica o problema de aplicar à realidade brasileira um parâmetro e um padrão de um país com maiores avanços tecnológicos e maior nível de desenvolvimento e que, por muitas vezes, não possuem um sistema público universal de saúde, o que leva a diferentes objetivos associados à incorporação de tecnologias na oferta de serviços de saúde.

Relacionado a este último ponto - o das especificidades e a contextualização local - nos cabe aqui trazer a ao debate sobre as políticas públicas a necessidade do seu desenho incluir o enfrentamento das desigualdades, sejam elas entre os países, sejam elas entre as regiões do próprio país. O que já é fato esclarecido que este é um dos traços marcantes do Brasil, o que não deixa de incluir também o próprio CEIS, tanto na sua estrutura e dinâmica interna, quanto na sua relação com os complexos de saúde de outros países.

Neste sentido, um primeiro aspecto que as políticas públicas devem enfrentar é a desigualdade de infraestrutura e de acesso às tecnologias digitais e robóticas. A partir da pesquisa do TIC Saúde, uma das frentes de estudo do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), sob coordenação de Portilho (2022), é possível observar, para todo o Brasil e todos os níveis de atenção, a infraestrutura de TIC nos estabelecimentos de saúde e a disponibilidade de sistemas e aplicações baseados em TIC, além do uso (e suas dificuldades) de TIC pelos profissionais de saúde (médico e enfermeiros).

O quadro a seguir mostra uma caracterização da infraestrutura de TIC nos estabelecimentos de saúde, incluindo a identificação das desigualdades entre a esfera pública e a privada. De maneira geral o acesso à internet é generalizado, com uma pequena diferença em detrimento do setor público. Contudo, não é especificada qual é a qualidade deste acesso e não se considera a distância em que estamos da incorporação e disseminação do acesso à tecnologia do 5G, que é crucial para execução das atividades do CEIS. Já no caso do uso das novas tecnologias 4.0 (nuvem, *Big Data*, IA, robótica e *Blockchain*), o resultado já é bem diferente, tanto pelo menor grau de adesão, quanto pelo fato de evidenciar a desigualdade entre os setores público e privado, em favor deste último.

Quadro 27 - Mapeamento da infraestrutura de TIC nos estabelecimentos de saúde, público e privado, no Brasil, em 2022 - em % e número

Indicador	Público	Privado
Estabelecimentos de saúde que utilizaram computadores e Internet (% total de estabelecimentos de saúde)	97%*	100%
Existência de sistema eletrônico para registro das informações dos pacientes (% total de estabelecimentos que utilizaram Internet nos últimos 12 meses)	85%	91%
Possui departamento de TI	19%	40%
Utilizaram serviços em nuvem (% total de estabelecimentos de saúde que possuem departamento ou área de tecnologia da informação)		
<i>E-mail em nuvem</i>	61%	74%
<i>Software de escritório em nuvem</i>	24%	47%
<i>Armazenamento de arquivos ou banco de dados em nuvem</i>	46%	66%
<i>Capacidade de processamento em nuvem</i>	29%	47%
Estabelecimentos que fizeram análise de Big Data** (% total de estabelecimentos de saúde)	3% (1.857)	9% (5.738)
Estabelecimentos de saúde, por tipo de tecnologia utilizada (% total de estabelecimentos de saúde)		
<i>Blockchain</i>	0% (270)	1% (1.308)
<i>Inteligência Artificial</i>	0% (336)	3% (3.231)
<i>Robótica</i>	1% (1.372)	3% (3.354)

Notas: *1.300 UBS sem computador e sem Internet. **Dentre os estabelecimentos que realizaram análise de Big Data, a principal fonte dos dados foram: 76% cadastro e prontuários 74% dispositivos inteligentes ou sensores 56% mídias sociais 55% dispositivos portáteis.

Fonte: TIC Saúde 2022.CETIC. Elaboração dos autores.

Já o próximo quadro mostra o tipo de treinamento que os médicos e enfermeiros tiveram acesso para o uso das novas tecnologias - informática em saúde e segurança da informação (foram selecionados alguns indicadores da pesquisa, dentre outros mais que ela disponibiliza). No caso do treinamento ou capacitação em informática da saúde os números

não atingem nem 50% do total de profissionais (com acesso a computador no estabelecimento de saúde), sendo que os enfermeiros apresentam o maior acesso em relação aos médicos. Quando se analisa o tipo de treinamento ou de capacitação, quanto maior o nível de escolaridade, menor ainda é a taxa - a maior adesão acontece nos cursos de especialização ou de outros tipos de treinamento ou capacitação.

No caso do treinamento em segurança da informação - questão crucial que será discutida mais à frente - ele também não cobre nem 50% e tem um maior alcance entre os médicos, no total dos profissionais e dos estabelecimentos analisados. E é muito importante apontar a diferença entre os setores público e privado, sendo que este segundo ultrapassa os 50% e atinge 72% no caso dos médicos, enquanto no setor público não chega nem a 15%.

Quadro 28 - Mapeamento dos profissionais da saúde, por tipos de treinamento ou capacitação em informática em saúde e em segurança da informação, em relação ao total de enfermeiros e médicos com acesso a computador no estabelecimento de saúde, público e privado, no Brasil, em 2022 - em %

Indicador	Enfermeiro	Médico
Treinamento ou capacitação em informática em saúde		
<i>Treinamento ou capacitação</i>	48%	30%
<i>Especialização</i>	23%	13%
<i>Mestrado</i>	2%	1%
<i>Doutorado</i>	0%	0%
<i>Outro curso, treinamento ou capacitação</i>	6%	10%
Treinamento em segurança da informação		
<i>Total</i>	29%	46%
<i>Público</i>	13%	14%
<i>Privado</i>	62%	72%

Fonte: TIC Saúde 2022.CETIC.

Autor, Mindell e Reynolds (2020) também apontam na direção das desigualdades e das deficiências de infraestrutura, como a falta de acesso à internet e de conhecimentos e habilidades digitais e defendem que isso foi uma das “principais razões para a baixa capacidade de adaptação do mercado brasileiro e sua interação com novas modalidades propiciadas pela tecnologia” (AUTOR; MINDELL; REYNOLDS, 2020, p. 17). Isso deve ser levado em conta não apenas em termos da oferta de serviços de saúde, como também na perspectiva dos usuários. A pesquisa do TIC Domicílios (2021), coordenada por Storino (2022), também desenvolvida pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), demonstra que no Brasil, mesmo com aumento geral de acesso da população à internet, ainda vigora um cenário de profundas desigualdades regionais, por tipo de área (rural e urbana) e, principalmente por classes sociais.

Na região Nordeste, por exemplo, são 77% os domicílios que possuem acesso à internet, sendo que 54% deles possuem acesso por meio de fibra ótica ou cabo. Já na região

Sudeste esses números são 84 e 62%, respectivamente. Quando observadas as populações em zonas urbanas e rurais, nas estatísticas nacionais, os números de domicílios com acesso à internet passam a ser de 83 e 71%, respectivamente, e 39% dos domicílios rurais com acesso à internet o fazem por meio de conexão por cabo ou fibra ótica. Já na perspectiva de classes sociais, 100% dos domicílios de classe A possuem acesso à internet, contra 61% das classes D e E. Deste último grupo, 89% dos indivíduos acessam a internet exclusivamente pelo celular. Diante disso, ressalta-se que, por mais que avanços importantes tenham ocorrido nos últimos anos em termos do aumento do acesso à internet, é necessário que se leve em conta, também, a qualidade desse acesso em termos das possibilidades que ele pode oferecer aos usuários. Nas palavras de Silveira (2011):

A infraestrutura de conectividade pode gerar desigualdades de oportunidade no uso da rede. É perceptível que atualmente não basta conectar os cidadãos, sendo necessário conectá-los em velocidades compatíveis com o desenvolvimento das aplicações, sistemas e soluções na rede. Desconsiderar tal proposição pode gerar políticas de inclusão assimétricas, que consolidam o poder na rede e o poder de criar redes daqueles que são mais velozes, que possuem mais capital ou mais poder político. Em um certo sentido, essa inclusão assimétrica cria cidadãos conectados de categorias distintas no uso da rede (p.55).

No entanto, a questão das possibilidades de reprodução das desigualdades no campo da saúde digital não se restringe à perspectiva da infraestrutura de acesso. No universo da IA e do ML está posta uma questão central vinculada à desigualdade de direito e de acesso aos serviços de saúde que é a questão da bioética. Como discute Rigoli (NETHIS, 2022, n.p.), a “IA é um amplificador de políticas injustas”, pois como ela é uma expressão da inteligência humana, ela reflete o preconceito, do racismo, as iniquidades, ou seja, as estruturas e os valores sociais, logo, se pode afirmar que “o algoritmo não é neutro” e a “IA não melhora a ética e nem o altruísmo”.

Petitgand (NETHIS, 2021, 2022) afirma que os modelos de IA e ML repetem os vieses, as exclusões e as iniquidades dos dados que neles foram inseridos já contendo essa marca. Desta forma, as soluções por eles propostas vão incorrer também em vieses, exclusões e iniquidades e o resultado final acaba sendo, na verdade, resultantes dos desvios de políticas públicas (ações repressivas, políticas sociais restritivas, remissão de casos de mais vulneráveis) e da busca pela “maximização da eficiência, e não [da promoção do] acesso e igualdade” (RIGOLI, NETHIS, 2022).

Diante disso, Petitgand (NETHIS, 2021, 2022) afirma que é preciso zelar pela qualidade e representatividade dos dados para que os algoritmos não reproduzam os vieses, as exclusões e as iniquidades dos dados, ao nível individual, organizacional ou sistêmico. Associado a essa questão e ao fato de se adaptar à realidade local os padrões elaborados em outros países, o Relatório Global da OMS sobre IA (2021 apud PETITGAND, NETHIS,

2021, n.p.) afirma que os países de baixa/média renda não tem capacidade de governança para responder a todos os desafios da aplicação da IA no sistema de saúde e que muitas tecnologias são desenvolvidas nos países desenvolvidos e têm viés contextual quando aplicados nos outros países e chegam a ser disfuncional ou criam problemas locais.

Ademais, existe ainda o risco do aprofundamento de um padrão de inserção nessas tecnologias a partir de um padrão nomeado por Silveira (2020a; 2021a; 2021b) de “colonialismo digital”, em que, diante de um padrão de acumulação capitalista “plataformizado”, em que os dados representam uma grande fonte de lucratividade de grandes empresas globais (especialmente no caso das chamadas *Big Techs*), os países periféricos (ou empobrecidos, na palavra do autor) oferecem seus dados – essenciais para o aprendizado das máquinas dessas empresas, armazenados em *datacenters* fora de seus territórios, para, então, comprarem os serviços por ela oferecidos.

Na visão do autor “A colônia digital não tem a tecnologia da matriz e por isso entrega a sua matéria-prima em troca de matéria processada” (SILVEIRA, 2020a, s.p.). Ou seja, o Brasil, ao oferecer os seus dados, especialmente aqueles vinculados ao poder público, como o caso daqueles vinculados à pesquisa, à educação e à saúde, às grandes *Big Techs* mundiais, tais como IBM e Amazon, estaria abrindo mão de possibilitar o desenvolvimento dessas tecnologias no país, além de criar uma relação de profunda dependência com essas empresas. Outrossim, especialmente no caso da saúde, os dados gerados pelas diferentes frentes de serviço são de natureza sensível e confidencial, e, se não forem devidamente protegidos, podem ser alvos de ataques de hackers (PETITGAND, NETHIS, 2021, 2022) e de estratégias indevidas de comercialização (RIGOLI, NETHIS, 2022), hoje não permitidas graças à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (ABRASCO, 2022).

Mais ainda: o uso de tecnologias como inteligência artificial e *machine learning* na área da saúde representam grandes desafios de regulação. Um dos aspectos principais, refere-se às dificuldades de responsabilização jurídica sobre eventuais problemas causados pelo uso de decisões tomadas a partir do uso de algoritmos. Petitgand (NETHIS, 2021, 2022) associa a essa discussão uma questão muito importante: de quem é a responsabilidade sobre os erros de análise e de política pública derivados desses modelos? Esse questionamento também é apresentado por Silveira (2020b):

Quem deve ser responsabilizado quando um robô, software ou dispositivo executado por algoritmos de redes neurais artificiais discrimina pessoas ou segmentos sociais, cria acidentes ou gera resultados injustos, ofensivos e até letais? Os seus desenvolvedores, analistas e pessoas envolvidas na sua modelagem? A corporação que o comercializa? A empresa ou o governo que o adotou? (p.91)

Uma possível resposta poderia estar associada à regulação do desenvolvimento dos algoritmos em que se baseiam tais tomadas de decisão. No entanto, em alguns casos, como no das chamadas “redes neurais”, criadas por meio de “*deep learning*”, esses algoritmos passam a ser, segundo o autor, definidos como “inescrutáveis, insondáveis e incompreensíveis” (SILVEIRA, 2020b, p.84), pois são resultados de um aprendizado de máquina feito com “ela mesma”, a partir de uma enorme quantidade de dados. Ou seja, os resultados são conhecidos, mas a maneira que se chega a eles não. Questiona-se, a partir disso: seriam tais algoritmos guias legítimos para guiar as tomadas de decisões dos profissionais da saúde e das políticas públicas, em geral? Como garantir que os trabalhadores que atuam diretamente com o uso dessas tecnologias estejam conscientes do funcionamento que está por trás dos elementos que basearão os seus diagnósticos?

Petitgand (NETHIS, 2022) afirma que é necessária uma mudança drástica da prática e dos processos decisórios vinculados ao desenvolvimento e ao uso de IA e isso envolve: o enfrentamento do risco de “viés da automação” (*automation bias*); o exercício do senso crítico (diante da confiança excessiva nas tecnologias, o que ela chama de opacidade); a superação da falta de formação para o uso apropriado de tecnologias digitais e algoritmos; a sensibilização frente aos desafios éticos e jurídicos; o acompanhamento do processo de mudança (gestão de quem usa as tecnologias); e o monitoramento e a avaliação ao longo de todo o ciclo de vida da IA.

A SBIS (2016) inclusive já traz no seu documento a questão ética dentre as competências do profissional de informática em saúde, descritas desta forma: tem como objetivo assegurar o melhor atendimento em saúde possível; deve aplicar os princípios éticos para a coleta, manutenção, utilização e divulgação de dados e informações; deve conhecer e respeitar as regras éticas aplicadas à sua atividade, assim como deve contribuir efetivamente para que todos os demais profissionais envolvidos as respeitem e punindo quando isso é violado.

Um dos caminhos defendidos por Petitgand (NETHIS, 2021, 2022) é o do fortalecimento de modelos de governança democráticos em todos os estágios do ciclo de vida das tecnologias de inteligência artificial. No entanto, a pesquisadora enfatiza que são poucos os modelos de governança existentes que procuram garantir uma abordagem democrática e responsável para o uso de inteligência artificial, inclusive nos países mais desenvolvidos, tendo como um dos únicos documentos-base a Declaração de Montreal para uma IA responsável, de 2018; além da criação dos modelos de avaliação de IA nos sistemas de saúde como resultado da pesquisa realizada pelo Observatório internacional sobre os impactos sociais da IA e das tecnologias digitais (OBVIA) do Quebec. Os modelos de governança da IA seriam responsáveis pela avaliação multidimensional dos impactos (de acordo com as

várias dimensões: clínica, social, econômica, legal, ética, etc.) ao longo de todo o ciclo de vida da IA. Para o desenvolvimento e a execução destes modelos é necessário recrutar uma equipe de cocriação (com a participação de todos os *stakeholders* e até a participação social) multidisciplinar (com diferentes *expertises*). Entretanto, “a falta de competências multidisciplinares (que misturam expertise em saúde, biomedicina e análise de dados) representa um dos maiores desafios das organizações de saúde, que nem os países desenvolvidos já resolveram isso” (PETITGAND, NETHIS, 2021, 2022, n.p.).

Além disso, reforça-se que a construção de uma regulação efetiva, tanto no sentido da promoção do uso da inteligência artificial baseado nos princípios da saúde coletiva, dialogando com as especificidades locais (PETITGAND, NETHIS, 2021, 2022), quanto da proteção de dados sensíveis da população, como é o caso da saúde, depende diretamente do pleno conhecimento das tecnologias pelas diversas partes envolvidas e da garantia da soberania da legislação brasileira – o que pode não ser concretizada, na visão de Silveira (2021b) caso esses dados sejam armazenados exclusivamente por grandes empresas multinacionais, cujas matrizes e os locais de armazenamento de dados pertencem a jurisdições diferentes das brasileiras. Ambos os argumentos reforçam, portanto, que um caminho possível para lidar com tamanhas complexidades seria a criação de capacitações locais para o desenvolvimento de tecnologias associadas à saúde digital.

Neste sentido, a Estratégia de Saúde Digital (ESD) para o Brasil para 2020-2028 (ESD28), elaborada e divulgada pelo Ministério da Saúde (MS, 2020), foi baseada em pautas mundiais, segundo a SBIS (2016) - “*Global Strategy on Digital Health 2020-2025*”, de 2020, e “*Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health – WHO Guidance*”, de 2021, lançadas pela WHO. Ainda que apresente elementos e metas de extrema importância, como a criação do Conecte SUS, que engloba, entre as suas iniciativas, a construção da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS), que procura concretizar a integração/interoperabilidade entre sistemas públicos e privados de informação em saúde e entre os vários níveis de atenção, deve também fazer parte de um esforço mais amplo, que se associe à criação de estímulos ao desenvolvimento local das tecnologias a ela associadas. Ainda que proposta semelhante esteja presente na ESD, na seção referente à criação de um ecossistema de inovação voltado a tecnologias de saúde digital, é necessário que isso seja crescentemente enfatizado e que atitudes concretas sejam tomadas nesse sentido, uma vez que isso abriria portas ampliaria não apenas à construção no Brasil de capacitações tecnológicas essenciais diante dos novos padrões de concorrência do capitalismo global que se consolidam - em que os dados e as tecnologias a eles associadas têm se tornado crescentemente protagonistas - mas, também, das possibilidades de regulação, em diversos níveis, para a garantia de que o desenvolvimento e o uso de tais tecnologias possam estar

associados aos princípios do SUS e em favor de seu fortalecimento, em profundo diálogo com as especificidades brasileiras.

Desta forma, fica evidente que a construção de políticas públicas voltadas ao enfrentamento das mudanças a serem enfrentadas pelo mercado de trabalho brasileiro com a emergência da incorporação das tecnologias 4.0 na saúde é um desafio complexo e que envolve múltiplas dimensões de política. Em primeiro lugar, impõe-se o desafio de conciliar as políticas de qualificação e requalificação profissional com políticas de desenvolvimento produtivo, que promovam a inserção de trabalhadores não apenas como “usuários” das tecnologias, como também permitam o uso de competências direcionadas ao desenvolvimento de novas - tanto no âmbito dos serviços, quanto dos produtos vinculados à saúde. Dentro deste contexto, o Brasil tem grandes potenciais, como é o caso apontado por um dos especialistas consultados que é a área de desenvolvimento de softwares de saúde e de sistemas de informação, que podem ter grande valia, inclusive, no âmbito de oferecer soluções que lidem com as especificidades do país, dialogando com o fortalecimento da inserção do país nas tecnologias de fronteira da saúde digital.

No entanto, juntamente a esse esforço de transformação da estrutura produtiva, como postulado pelo conceito do CEIS, deve estar o fortalecimento da política pública de saúde, em direção à modernização do atendimento com a garantia e a viabilidade da sustentabilidade do Sistema Único de Saúde, dentro dos pilares em que foi concebido - saúde como um direito universal, integral e equânime. Isso implica, necessariamente, em um olhar bastante cuidadoso em relação aos caminhos tomados pela inovação em saúde, tendo sempre por princípio o fato de que as inovações tecnológicas não são neutras e, a depender da maneira que sejam utilizadas, podem oferecer consequências políticas, sociais e econômicas bastante sensíveis e, por vezes, contrárias aos princípios do SUS, fragilizando as bases em que foi concebido, como, por exemplo, aumentando as chances de ampliação das desigualdades e de restrição de acesso de grande parte da população a serviços de maior complexidade. Por isso, um importante caminho mapeado para a construção de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento da estrutura produtiva e do fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação em Saúde é o pilar da inovação responsável, apresentado por Silva (NETHIS, 2022), o qual deverá ter vínculo profundo com uma perspectiva de sustentabilidade do SUS.

Assim, conclui-se que as políticas a serem desenvolvidas para a qualificação ou requalificação de trabalhadores do CEIS no Brasil associada à incidência das tecnologias 4.0 devem estar em profunda sintonia com uma perspectiva ampla e soberana do desenvolvimento socioeconômico brasileiro, possibilitando, assim, a formação de profissionais que estejam aptos não apenas a operar de maneira acrítica essas tecnologias, mas também a desenvolvê-las de maneira a dar respostas aos complexos desafios

associados ao fortalecimento e à sustentabilidade do SUS, inclusive no âmbito da governança, e, quando associadas aos serviços de saúde, utilizá-las de maneira consciente e vinculada à promoção do cuidado e em uma perspectiva humanizada de saúde.

3.2. Construindo uma proposta de agenda de políticas públicas

A retomada do crescimento econômico é condição necessária, não suficiente, para a efetiva construção e implementação de uma agenda de políticas públicas voltadas ao tratamento das ocupações do CEIS e dos impactos do processo de incidências das tecnologias 4.0. O conteúdo da retomada do crescimento econômico também é fundamental, pois sobre ele repousa as possibilidades de internalização e articulação virtuosa de estruturas econômicas e sociais com centralidade no Sistema Único de Saúde.

Por certo, a retomada do crescimento e a desejada expansão do CEIS 4.0 trarão tensões estruturais importantes. O CEIS 4.0 é uma fronteira contemporânea de expansão do processo de acumulação de capital no mundo, capitaneado por grandes conglomerados financeiros internacionais privados. Sem uma política pública nacional consistente, capaz de posicionar o país de forma soberana frente aos interesses financeiros e as cadeias globais de valor, há tendências claras de crescente heterogeneidade tanto da debilitada estrutura produtiva nacional, como das condições de atenção e serviços em saúde.

Sem uma política pública nacional consistente, com a necessária expansão econômica, a imperativa ampliação do gasto público em saúde no Brasil poderá tornar-se apenas mais um espaço de acumulação de capital pela captura do fundo público em expansão, refletindo-se em ampliação das radicais desigualdades estruturais da atenção à saúde no país. Isso deve ser pensado considerando que o SUS é das poucas estruturas efetivamente nacionais, com capilaridade em todo o território, integrada internacionalmente e regionalmente no país. Assim, o SUS com sua base ampliada de sustentação, o CEIS 4.0, demanda uma política nacional do desenvolvimento regional, integrada internacionalmente.

Uma agenda de políticas públicas voltadas ao tratamento das ocupações do CEIS e dos impactos do processo de incidências das tecnologias 4.0 nas mesmas envolve não só as políticas diretamente direcionadas ao mercado de trabalho em si - incluindo aquelas voltadas à formação e à geração e ao deslocamento e reintegração das ocupações e dos ocupados -, mas, também, aquelas que vão determinar as condições e as possibilidades de manutenção do emprego e de criação ou de realocação das ocupações e dos ocupados no complexo. Sabe-se, por exemplo, que assistimos uma revolução relativa às informações em saúde, que tem atingido mais os cidadãos e menos as instituições envolvidas, de forma a limitar a

interdisciplinaridade necessária à formação dos ocupados e a inexorável interoperabilidade das informações.

A proposta aqui apresentada no quadro a seguir foi organizada por temática central e por setor ao qual está vinculada a sua elaboração e implementação.

Quadro 29 - Agenda de Políticas Públicas

Área temática	Setor	Política pública
Bases de dados	Trabalho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atualizar as bases de dados com novas ocupações (como, por exemplo, a profissão de “Informata da Saúde” apresentada na ESD28, do MS (2020)) 2. Aprofundar a caracterização do perfil ocupacional (inclusão de novas variáveis que permitam captar o conteúdo tecnológico)
Certificação	Trabalho Educação Saúde Tecnologia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver/Atualizar o processo de certificação de profissionais de informática em saúde e outras ocupações ligadas ao uso ou desenvolvimento das tecnologias 4.0 na saúde 2. Desenvolver/Atualizar o processo de certificação dos cursos vinculados à formação de profissionais de informática em saúde e outras ocupações ligadas ao uso ou desenvolvimento das tecnologias 4.0 na saúde 3. Desenvolver/Atualizar o processo de certificação de softwares ou hardwares aplicados à saúde 4. Desenvolver/Atualizar o processo de certificação das unidades de saúde no uso das tecnologias
Formação e (Re)Qualificação	Trabalho Educação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investir na formação de profissionais desenvolvedores de tecnologia, para além dos profissionais que sejam usuários das mesmas 2. Desenvolver/Atualizar os cursos e a atuação do Profissional de Informática em Saúde 3. Investir na formação multidisciplinar dos profissionais que atuam no CEIS, envolvendo a combinação das seguintes áreas: saúde, TIC/digital e gestão 4. Investir em equipes de trabalho e de pesquisa multiprofissionais em todos os setores e segmentos do CEIS 5. Investir na formação dos profissionais de informática em saúde considerando a questão ética e jurídica
Inovação e Tecnologias 4.0	Tecnologia Indústria Pesquisa Saúde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investir em pesquisa e desenvolvimento tecnológico em saúde incluindo o segmento de softwares, mas também de hardwares, todos eles ligados a todos os segmentos do CEIS: pesquisa, ensino, clínica médica, diagnóstico médico, produção, comércio, setor financeiro e armazenamento, tratamento e análise de dados 2. Investir na pesquisa e no desenvolvimento de: tecnologia 5G, digitalização, armazenamento de dados, IA, ML, conectividade, integração e interoperabilidade de softwares e bases de dados 3. Investir na expansão do acesso (das unidades e dos profissionais) às tecnologias digitais (incluindo o 5G) e da conectividade, integração e interoperabilidade na área da saúde (dos softwares e das bases de dados); sempre na direção de enfrentar as iniquidades entre as esferas pública e privada e em prol da sustentabilidade do SUS 4. Investir na expansão do acesso à internet e à digitalização do CEIS (indústria, centros de ensino e pesquisa, comércio, unidades de saúde), dos profissionais do CEIS e dos domicílios e cidadãos
Acesso, Governança e Regulação	Saúde Privada SUS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprimorar a regulação do setor privado de saúde: 1) reforçar o seu papel de complementaridade ao SUS; 2) reduzir as iniquidades de acesso entre setor privado e público (no caso do acesso à formação e aos serviços de saúde vinculados às novas tecnologias)

		<ol style="list-style-type: none"> 2. Investir na segurança e proteção dos dados do SUS frente ao mercado privado de saúde e ao armazenamento em nuvem 3. Investir na segurança e proteção dos dados de saúde de maneira geral e em nível individual, organizacional e sistêmico 4. Investir em modelos de governança digital e avaliação de IA visando enfrentar o impacto multidimensional e a representatividade e a ética dos dados (segurança e vieses, exclusão e iniquidade) 5. Investir em modelos de Inovação Responsável em Saúde 6. Investir na integração à rede internacional de pesquisa e de prestação de serviços de saúde digitalizados (uso de novas tecnologias e atendimento à distância)
Financiamento e Gasto	Orçamento Saúde	<ol style="list-style-type: none"> 1. Operacionalizar linhas de financiamento e gasto na direção da formação de especialistas 2. Operacionalizar linhas de financiamento e gasto na direção da digitalização/informatização das unidades de saúde e dos profissionais de saúde 3. Investir em pesquisa e desenvolvimento tecnológico em saúde incluindo o segmento de softwares, mas também de hardwares, todos eles ligados a todos os segmentos do CEIS: pesquisa, ensino, clínica médica, diagnóstico médico, produção, comércio, setor financeiro

4. Quadro-resumo

Quadro 30 - Resumo das principais informações e dos dados de maior impacto

Título: “nome do estudo”	Conteúdos ocupacionais e a dinâmica do mercado de trabalho no CEIS 4.0
Principal objetivo do estudo	<p>Aprofundar a análise do processo de incorporação das novas tecnologias 4.0 sobre o conteúdo das ocupações do CEIS através do avanço no Modelo 1 do indicador denominado de Incidência Potencial das Tecnologias 4.0 (IPT 4.0), por meio da seleção de novas referências teórico-conceituais, novas fontes de informações, novas variáveis e realização de oficinas com especialistas.</p> <p>Avançar no sentido da construção de dois outros modelos de análise:</p> <ul style="list-style-type: none">● Modelo 2: analisar o tipo de incidência das tecnologias 4.0 no conteúdo das ocupações, diferenciando: ocupação desenvolvedora (ou geradora) de determinada tecnologia ou ocupação usuária (nível de uso).● Modelo 3: analisar o tipo de impacto da incorporação das tecnologias 4.0 sobre o conteúdo das ocupações do ponto de vista da automação das ocupações, seja ela total ou parcial (automatização acomete apenas parte das tarefas), ou da própria não automação
Conhecimentos e argumentos-chave desenvolvidos	<p>Principais avanços:</p> <ul style="list-style-type: none">● Modelo 1:<ul style="list-style-type: none">○ Inclusão de duas variáveis (habilidades tecnológicas e ferramentas);○ Ocupações de IPT 4.0 muito alta: aproximam-se mais da “síntese” do que se espera de um profissional dedicado aos avanços da saúde digital (saúde, gestão e TICs);○ Conceitual: combinação/convergência/integração de diferentes tecnologias 4.0;● Modelo 2:<ul style="list-style-type: none">○ Identificação da necessidade de criação de um novo objeto metodológico (inédito) -> Qualificação do modelo 1;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Novas referências e fontes de informação; ○ Possibilidade de associação das tarefas e competências (habilidades e conhecimentos); ○ Conceitual: diferentes níveis de maturidade e de formas/níveis de uso das tecnologias 4.0; ○ Alta relevância do profissional de informática em saúde (saúde, gestão e TICs); ● Modelo 3: <ul style="list-style-type: none"> ○ 4 possíveis caminhos metodológicos, que podem (ou não) se combinar ou servirem de validação cruzada (tarefas; habilidades (emergentes e <i>soft skills</i>); <i>job zones</i> e ocupações emergentes); ○ Uso dos verbos associados às <i>soft skills</i> para identificação dos gargalos tecnológicos; ○ Novas referências e fontes de informação; ○ Busca pela quantificação de importância da “humanização” da saúde;
<p>Informações e dados de maior impacto</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Avanço qualitativo da metodologia: novas fontes de informação (nacionais e internacionais) e conversas com especialistas -> Validação teórica-conceitual dos caminhos propostos para os três modelos; ● Avanços quantitativos mais robustos: dependem de melhores bases de dados, equipes multidisciplinares; grandes quantidades de informações para serem analisadas de forma qualitativa, com alto nível de rigor técnico; ● Síntese: indissociabilidade da análise dos 3 caminhos propostos pelos modelos: são complementares e co-determinantes;
<p>Proposição de política pública</p>	<p>As políticas foram organizadas por área temática e setor de execução (Quadro 29 - Agenda de Políticas Públicas).</p> <p>As políticas voltadas ao mercado de trabalho do CEIS não podem se voltar exclusivamente ao mundo do trabalho (bases de dados, tarefas, habilidades, competências, etc.). Precisam ser multidisciplinares e transversais em diferentes áreas, pois o mercado de trabalho é uma variável dependente resultante da combinação de diferentes contextos e determinantes, tais como: saúde, educação, tecnologia, indústria, pesquisa, orçamento e gasto público.</p>

Referências Bibliográficas

ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Carta Aberta: Os perigos do “Open Health”**. Publicada em 20 de setembro de 2022. Disponível em: <<https://www.abrasco.org.br/site/noticias/carta-aberta-os-perigos-do-open-health/68440/>>. Acesso em: 20/01/2023.

ALBUQUERQUE, P. H. M. *et al.* Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimativa da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. **Texto para Discussão**, n. 2457, Brasília: Ipea, mar. 2019.

AUTOR, D.; MINDELL, D.; REYNOLDS, E. Inteligência Artificial e Trabalho - O trabalho do futuro: moldando a tecnologia e as instituições. **Panorama Setorial da Internet**. Número 4, Ano 12, dez.2020.

BENJAMENS, S.; DHUNNOO, P.; MESKÓ, B. The state of artificial intelligence-based FDA-approved medical devices and algorithms: an online database. **npj Digit. Med.** 3, 118, 2020.

BICHEL-FINDLAY, J. *et. al.* Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Biomedical and Health Informatics: Second Revision, **International Journal of Medical Informatics**, 2022.

DURANTE, P. V. **Indústria 4.0 e mercado de trabalho**: análise comparativa da estrutura ocupacional brasileira. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2022.

FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. **The future of employment**: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, v. 114, p. 254-280, 2017.

GADELHA, C. A. G. O Complexo Econômico-Industrial da Saúde 4.0: por uma visão integrada do desenvolvimento econômico, social e ambiental. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, vol. 16, n. 28, p. 25-49, jan.-abr. 2021.

GIMENEZ, D. M.: CAJUEIRO, J. P. M. Ocupações e o novo mercado de trabalho no CEIS no contexto da pandemia Covid-19. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 16, n.28, p. 221-238, jan.-abr. 2021.

GIMENEZ, D. M.: CAJUEIRO, J. P. M.: KREIN, A. Ocupações e o novo mercado de trabalho no CEIS. In: GADELHA, C. A. G. (Coord.). **Projeto Desafios para o Sistema Único de Saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas (CEIS 4.0)**. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2021.

GIMENEZ, D. M.: CAJUEIRO, J. P. M.: OLIVEIRA, G. R. R. de: KREIN, A. Ocupações e a dinâmica regional do mercado de trabalho no CEIS 4.0. In: GADELHA, C. A. G. (Coord.).

Projeto Desafios para o Sistema Único de Saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas (CEIS 4.0). Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2022.

KREIN, A.; SANTOS, A. L.; GIMENEZ, D. M.; CAJUEIRO, J. P. M.; MANZANO, M. Relatório Metodológico. In: GADELHA, C. A. G. (Coord.). **Projeto Desafios para o Sistema Único de Saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas (CEIS 4.0).** Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2021.

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

MACIENTE, A. N. A composição do emprego sob a ótica das competências e habilidades ocupacionais. **Mercado de Trabalho: conjuntura e análise**, n. 60, Brasília: IPEA, 2016.

MACIENTE, A. N. Competências e habilidades ocupacionais no Brasil. In: OLIVEIRA, M. P. P. et. al. (orgs.). **Rede de pesquisa, formação e mercado de trabalho: coletânea de artigos: volume II, qualificação profissional: demandas e estratégias das firmas.** Brasília: IPEA: ABDI, 2014.

MACIENTE, A. N. A Mensuração das Competências Cognitivas e Técnicas das Ocupações Brasileiras. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 23, Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura, Capítulo 2, 2012a.

MACIENTE, A. N. Uma Análise Setorial e Regional das Competências Laborais no Brasil. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 23, Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura, Capítulo 3, 2012b.

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**, n. 66, ano 25, Brasília: IPEA, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA-EXECUTIVA. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028. Brasília: Ministério da Saúde, 2020.

NEGRI, F.; UZIEL, D. O que é medicina de precisão e como ela pode impactar o setor de saúde? **Texto para Discussão**, n. 2557, Brasília/Rio de Janeiro: Ipea, 2020.

NÚCLEO DE ESTUDOS SOBRE BIOÉTICA E DIPLOMACIA EM SAÚDE (NETHIS). Fiocruz Brasília. **Inteligência Artificial e Desigualdades em Saúde**, 24º Ciclo de Debates do Nethis.

ago-nov.2022.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **OECD Science, Technology and Innovation Outlook**. Paris: OECD Publishing, 2016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório do Desenvolvimento Humano 2021/2022** - Tempos incertos, vidas instáveis - Construir o futuro num mundo em transformação. Síntese. 2022.

PORTILHO, L. (coord.). **TIC Saúde 2022** - Lançamento dos resultados. Congresso Brasileiro de 02 de dezembro de 2022 Informática em Saúde - CBIS. 02 de dezembro de 2022.

SILVEIRA, S. A. **Para além da inclusão digital: poder comunicacional e novas assimetrias**. In: BONILLA, M. H. S.; PRETTO, N. D. L. (orgs.). *Inclusão digital: polêmica contemporânea* [online]. Salvador: EDUFBA, 2011, pp. 49-59. ISBN 978-85-232-1206-3.

SILVEIRA, S. A. **Brasil, colônia digital**. **Adital, Instituto Humanitas Unisinos**, publicado em 26 de junho de 2020a. Disponível em: <<https://www.ihu.unisinos.br/categorias/600360-brasil-colonia-digital-artigo-de-sergio-amadeu>>. Acesso em: 18/01/2023.

SILVEIRA, S. A. **Responsabilidade algorítmica, personalidade eletrônica e democracia**. *Revista Eptic*, v.22, n.2, p.83-96. 2020b. Disponível em: <<https://seer.ufs.br/index.php/epitic/article/view/12021>>. Acesso em: 15/01/2023.

SILVEIRA, S. A. **O colonialismo digital e o convite à impotência**. *Outras Palavras*, publicado em 25 de novembro de 2021a. Disponível em: <<https://outraspalavras.net/tecnologiaemdisputa/o-colonialismo-digital-eo-convite-a-impotencia/>>. Acesso em 20/01/2023.

SILVEIRA, S. A. **Inteligência artificial baseada em dados e as operações do capital**. *Paulus: revista de comunicação da FAPCOM*, v.5, n.10, p.17-29. 2021b. DOI: 10.31657/rcp.v5i10.480

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA DA SAÚDE (SBIS). **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Informática da Saúde (CBIS)** - Sistemas inteligentes para a saúde: desafios da ética e governança. Campinas.SP, nov-dez.2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA DA SAÚDE (SBIS). **Competências Essenciais do Profissional de Informática em Saúde**. Versão 2.0. Maio.2016.

STORINO, F. **TIC Saúde 2021** - Lançamento dos resultados. São Paulo, 21 de junho de 2022. Disponível em: <https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2021_coletiva_imprensa.pdf>. Acesso em: 03/02/2023.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). **Human Development Report 2021/2022** - Uncertain times, unsettled lives - Shaping our future in a transforming world. Nova York, 2022.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **The Future of Jobs Report 2020**. Oct.2020.

ANEXO 1 - Lista de ocupações que desenvolvem/utilizam software médico				
Code	Occupation	N. de medical software	Job Zone*	Bright Outlook**
13-2011.00	Accountants and Auditors	5	4	Sim
29-1291.00	Acupuncturists	7	5	
29-1141.01	Acute Care Nurses	15	3	Sim
11-3012.00	Administrative Services Managers	2	3	
29-1141.02	Advanced Practice Psychiatric Nurses	20	5	Sim
25-1041.00	Agricultural Sciences Teachers, Postsecondary	1	5	
29-1229.01	Allergists and Immunologists	27	5	
29-1071.01	Anesthesiologist Assistants	21	5	Sim
29-1211.00	Anesthesiologists	9	5	
39-2011.00	Animal Trainers	1	2	Sim
29-9091.00	Athletic Trainers	2	5	Sim
29-1181.00	Audiologists	19	5	Sim
43-3011.00	Bill and Account Collectors	4	2	
43-3021.00	Billing and Posting Clerks	7	2	
17-2031.00	Bioengineers and Biomedical Engineers	8	4	
11-9041.01	Biofuels/Biodiesel Technology and Product Development Managers	1	4	
15-2041.01	Biostatisticians	1	5	Sim
43-3031.00	Bookkeeping, Accounting, and Auditing Clerks	5	3	Sim
15-2051.01	Business Intelligence Analysts	5	4	Sim
29-1212.00	Cardiologists	1	5	
29-2031.00	Cardiovascular Technologists and Technicians	7	3	
25-1194.00	Career/Technical Education Teachers, Postsecondary	2	3	
41-2011.00	Cashiers	1	2	Sim
21-1021.00	Child, Family, and School Social Workers	1	4	Sim
29-1011.00	Chiropractors	26	5	Sim
13-1031.00	Claims Adjusters, Examiners, and Investigators	3	4	
19-3033.00	Clinical and Counseling Psychologists	37	5	Sim
15-2051.02	Clinical Data Managers	3	4	Sim
19-3039.03	Clinical Neuropsychologists	11	5	
29-1141.04	Clinical Nurse Specialists	15	5	Sim
11-9121.01	Clinical Research Coordinators	1	4	
21-1094.00	Community Health Workers	1	4	Sim
11-3111.00	Compensation and Benefits Managers	2	4	
13-1141.00	Compensation, Benefits, and Job Analysis Specialists	3	4	
11-9199.02	Compliance Managers	1	4	
15-1251.00	Computer Programmers	1	4	
15-1211.00	Computer Systems Analysts	5	4	
15-1299.08	Computer Systems Engineers/Architects	2	4	
15-1232.00	Computer User Support Specialists	2	3	
43-4021.00	Correspondence Clerks	3	2	
29-1141.03	Critical Care Nurses	18	4	Sim
43-4051.00	Customer Service Representatives	4	2	Sim
29-2011.02	Cytotechnologists	35	5	Sim
43-9021.00	Data Entry Keyers	4	2	
15-1242.00	Database Administrators	1	4	
15-1243.00	Database Architects	1	4	
31-9091.00	Dental Assistants	4	3	Sim
29-1292.00	Dental Hygienists	9	3	Sim
29-1021.00	Dentists, General	35	5	
29-1213.00	Dermatologists	25	5	
29-2032.00	Diagnostic Medical Sonographers	3	3	Sim
29-2051.00	Dietetic Technicians	3	3	
29-1031.00	Dietitians and Nutritionists	4	5	Sim
21-1012.00	Educational, Guidance, and Career Counselors and Advisors	2	5	Sim
43-4061.00	Eligibility Interviewers, Government Programs	2	3	
29-2042.00	Emergency Medical Technicians	2	3	Sim
29-1214.00	Emergency Medicine Physicians	1	5	
31-9099.02	Endoscopy Technicians	2	3	Sim
43-6011.00	Executive Secretaries and Executive Administrative Assistants	2	3	
29-1128.00	Exercise Physiologists	1	4	Sim
39-9031.00	Exercise Trainers and Group Fitness Instructors	1	3	Sim
29-1215.00	Family Medicine Physicians	18	5	

43-4071.00	File Clerks	1	2	
11-3031.00	Financial Managers	1	4	Sim
43-1011.00	First-Line Supervisors of Office and Administrative Support Workers	5	3	Sim
13-2099.04	Fraud Examiners, Investigators and Analysts	1	4	
11-1021.00	General and Operations Managers	2	4	Sim
29-1216.00	General Internal Medicine Physicians	17	5	
29-9092.00	Genetic Counselors	13	5	Sim
19-1029.03	Geneticists	1	5	
21-1091.00	Health Education Specialists	1	4	Sim
15-1211.01	Health Informatics Specialists	29	4	
29-9021.00	Health Information Technologists and Medical Registrars	40	3	Sim
25-1071.00	Health Specialties Teachers, Postsecondary	6	5	Sim
21-1022.00	Healthcare Social Workers	9	5	Sim
29-2092.00	Hearing Aid Specialists	2	3	Sim
29-2012.01	Histology Technicians	3	3	Sim
29-2011.04	Histotechnologists	3	4	Sim
31-1121.00	Home Health Aides	1	2	Sim
29-1229.02	Hospitalists	8	5	
13-1071.00	Human Resources Specialists	1	4	Sim
15-1212.00	Information Security Analysts	1	4	Sim
15-1299.09	Information Technology Project Managers	2	4	
51-9061.00	Inspectors, Testers, Sorters, Samplers, and Weighers	1	2	
43-9041.00	Insurance Claims and Policy Processing Clerks	3	2	
41-3021.00	Insurance Sales Agents	2	4	
43-4111.00	Interviewers, Except Eligibility and Loan	4	3	
29-2061.00	Licensed Practical and Licensed Vocational Nurses	11	3	
29-2035.00	Magnetic Resonance Imaging Technologists	6	3	
13-1111.00	Management Analysts	5	5	Sim
21-1013.00	Marriage and Family Therapists	20	5	Sim
31-9011.00	Massage Therapists	4	3	Sim
29-2012.00	Medical and Clinical Laboratory Technicians	15	3	Sim
29-2011.00	Medical and Clinical Laboratory Technologists	15	4	Sim
11-9111.00	Medical and Health Services Managers	22	5	Sim
51-9082.00	Medical Appliance Technicians	2	3	Sim
31-9092.00	Medical Assistants	10	3	Sim
29-2036.00	Medical Dosimetrists	2	3	
31-9093.00	Medical Equipment Preparers	1	2	
49-9062.00	Medical Equipment Repairers	1	3	
29-2072.00	Medical Records Specialists	40	3	
43-6013.00	Medical Secretaries and Administrative Assistants	20	2	Sim
31-9094.00	Medical Transcriptionists	9	3	
21-1023.00	Mental Health and Substance Abuse Social Workers	7	5	Sim
21-1014.00	Mental Health Counselors	2	5	Sim
19-1022.00	Microbiologists	2	5	
29-9099.01	Midwives	3	5	Sim
29-1129.02	Music Therapists	1	4	Sim
17-2199.09	Nanosystems Engineers	1	5	
29-1299.01	Naturopathic Physicians	5	5	
15-1244.00	Network and Computer Systems Administrators	1	4	
29-2099.01	Neurodiagnostic Technologists	8	3	
29-1217.00	Neurologists	23	5	
19-3039.02	Neuropsychologists	11	5	
29-2033.00	Nuclear Medicine Technologists	5	3	
29-1151.00	Nurse Anesthetists	20	5	Sim
29-1161.00	Nurse Midwives	20	5	Sim
29-1171.00	Nurse Practitioners	20	5	Sim
31-1131.00	Nursing Assistants	8	3	Sim
25-1072.00	Nursing Instructors and Teachers, Postsecondary	1	5	Sim
29-1218.00	Obstetricians and Gynecologists	15	5	
29-1122.00	Occupational Therapists	5	5	Sim
31-2012.00	Occupational Therapy Aides	2	3	Sim
31-2011.00	Occupational Therapy Assistants	7	3	Sim
43-9061.00	Office Clerks, General	4	2	Sim
51-9083.00	Ophthalmic Laboratory Technicians	1	2	Sim

29-2057.00	Ophthalmic Medical Technicians	7	3	Sim
29-2099.05	Ophthalmic Medical Technologists	7	3	
29-1241.00	Ophthalmologists, Except Pediatric	22	5	
29-2081.00	Opticians, Dispensing	9	3	
29-1041.00	Optometrists	16	5	
29-1022.00	Oral and Maxillofacial Surgeons	3	5	
31-1132.00	Orderlies	3	2	
29-1023.00	Orthodontists	16	5	
29-1242.00	Orthopedic Surgeons, Except Pediatric	9	5	
29-1299.02	Orthoptists	5	5	
29-2091.00	Orthotists and Prosthetists	9	5	Sim
29-2043.00	Paramedics	2	3	Sim
29-2099.08	Patient Representatives	12	3	
29-1243.00	Pediatric Surgeons	9	5	
29-1221.00	Pediatricians, General	13	5	
31-1122.00	Personal Care Aides	1	2	Sim
29-1051.00	Pharmacists	2	5	
29-2052.00	Pharmacy Technicians	6	3	
31-9097.00	Phlebotomists	8	3	Sim
29-1229.04	Physical Medicine and Rehabilitation Physicians	24	5	
31-2022.00	Physical Therapist Aides	4	2	Sim
31-2021.00	Physical Therapist Assistants	13	3	Sim
29-1123.00	Physical Therapists	10	5	Sim
29-1071.00	Physician Assistants	8	5	Sim
29-1222.00	Physicians, Pathologists	81	5	
29-1081.00	Podiatrists	4	5	
29-1229.05	Preventive Medicine Physicians	1	5	
43-5061.00	Production, Planning, and Expediting Clerks	3	3	
29-1024.00	Prosthodontists	12	5	
29-2053.00	Psychiatric Technicians	8	3	Sim
29-1223.00	Psychiatrists	21	5	Sim
25-1066.00	Psychology Teachers, Postsecondary	1	5	Sim
29-1124.00	Radiation Therapists	11	3	
29-2034.00	Radiologic Technologists and Technicians	14	3	
29-1224.00	Radiologists	48	5	
43-4171.00	Receptionists and Information Clerks	6	2	Sim
29-1125.00	Recreational Therapists	1	4	Sim
29-1141.00	Registered Nurses	16	4	Sim
13-1041.07	Regulatory Affairs Specialists	2	4	
21-1015.00	Rehabilitation Counselors	3	4	Sim
19-2099.01	Remote Sensing Scientists and Technologists	2	5	
29-1126.00	Respiratory Therapists	3	3	Sim
41-4012.00	Sales Representatives, Wholesale and Manufacturing, Except Technical and Scientific Products	3	4	Sim
43-6014.00	Secretaries and Administrative Assistants, Except Legal, Medical, and Executive	1	2	Sim
11-9151.00	Social and Community Service Managers	2	4	Sim
21-1093.00	Social and Human Service Assistants	3	4	Sim
15-1253.00	Software Quality Assurance Analysts and Testers	1	4	Sim
29-1127.00	Speech-Language Pathologists	10	5	Sim
31-9099.01	Speech-Language Pathology Assistants	7	3	Sim
29-1229.06	Sports Medicine Physicians	26	5	
21-1011.00	Substance Abuse and Behavioral Disorder Counselors	14	5	Sim
11-3071.04	Supply Chain Managers	1	4	
29-9093.00	Surgical Assistants	7	3	Sim
29-2055.00	Surgical Technologists	7	3	
27-3042.00	Technical Writers	1	4	Sim
11-3131.00	Training and Development Managers	1	4	Sim
13-1151.00	Training and Development Specialists	1	4	Sim
29-1229.03	Urologists	25	5	
29-1131.00	Veterinarians	11	5	Sim
31-9096.00	Veterinary Assistants and Laboratory Animal Caretakers	3	2	Sim
29-2056.00	Veterinary Technologists and Technicians	3	3	Sim
15-1254.00	Web Developers	1	3	Sim
43-9022.00	Word Processors and Typists	1	2	

Notas: *"Job Zone" identifica o nível de preparo necessário ("Preparation Needed") para o exercício de determinada ocupação, que varia entre 1 (menos elevado ou "Little or No Preparation Needed") e 5 (mais elevado ou "Extensive Preparation Needed"); **"Bright Outlook": "occupations are expected to grow rapidly in the next several years, will have large numbers of job openings, or are new and emerging occupations" (O*NET). Fonte: O*NET. Elaboração dos autores.

ANEXO 2 - Lista de tarefas das ocupações de muito alto IPT 4.0	
Task	N. de ocupações que executam
Adapt or design computer hardware or software for medical science uses.	3
Advise hospital administrators on the planning, acquisition, and use of medical equipment.	3
Advise manufacturing staff regarding problems with fermentation, filtration, or other bioproduction processes.	3
Advise oncology team members how beam modifying or immobilization devices should be used in radiation treatment plans.	1
Advise other physicians on the treatment of neurological problems.	1
Analyze and interpret patient, nursing, or information systems data to improve nursing services.	1
Analyze computer and information technologies to determine applicability to nursing practice, education, administration, and research.	1
Analyze determinants responsible for specific inherited traits, and devise methods for altering traits or producing new traits.	2
Analyze experimental data and interpret results to write reports and summaries of findings.	2
Analyze new medical procedures to forecast likely outcomes.	3
Apply knowledge of computer science, information science, nursing, and informatics theory to nursing practice, education, administration, or research, in collaboration with other health informatics specialists.	1
Assemble electrical systems or prototypes, using hand tools or measuring instruments.	1
Assemble, test, or maintain circuitry or electronic components, according to engineering instructions, technical manuals, or knowledge of electronics, using hand or power tools.	1
Assign the patient to diagnosis-related groups (DRGs), using appropriate computer software.	3
Attend clinical and research conferences and read scientific literature to keep abreast of technological advances and current genetic research findings.	2
Calculate design specifications or cost, material, and resource estimates, and prepare project schedules and budgets.	1
Calculate or verify calculations of prescribed radiation doses.	1
Calculate the delivery of radiation treatment, such as the amount or extent of radiation per session, based on the prescribed course of radiation therapy.	1
Clean, maintain and prepare supplies and work areas.	2
Collaborate with biologists and other professionals to conduct appropriate genetic and biochemical analyses.	2
Collaborate with manufacturing or quality assurance staff to prepare product specification or safety sheets, standard operating procedures, user manuals, or qualification and validation reports.	3
Collect and analyze biological data about relationships among and between organisms and their environment.	1
Communicate test results to state and federal representatives and general public.	1
Communicate with bioregulatory authorities regarding licensing or compliance responsibilities.	3
Communicate with other health care professionals regarding patients' conditions and care.	1
Communicate with suppliers regarding the design or specifications of bioproduction equipment, instrumentation, or materials.	3
Compile and analyze molecular or cellular experimental data and adjust experimental designs as necessary.	1
Compile and maintain patients' medical records to document condition and treatment and to provide data for research or cost control and care improvement efforts.	1
Compile and maintain records documenting engineering schematics, installed equipment, installation or operational problems, resources used, repairs, or corrective action performed.	1
Compile medical care and census data for statistical reports on diseases treated, surgery performed, or use of hospital beds.	2
Compute power and space requirements for installing medical, dental, or related equipment and install units to manufacturers' specifications.	4
Conduct applied research aimed at improvements in areas such as disease testing, crop quality, pharmaceuticals, and the harnessing of microbes to recycle waste.	1
Conduct family medical studies to evaluate the genetic basis for traits or diseases.	2
Conduct or supervise operational programs, such as fish hatcheries, greenhouses and livestock production programs.	2
Conduct radiation oncology related research, such as improving computer treatment planning systems or developing new treatment devices.	1
Conduct research on cell organization and function, including mechanisms of gene expression, cellular bioinformatics, cell signaling, or cell differentiation.	1
Conduct research, along with life scientists, chemists, and medical scientists, on the engineering aspects of the biological systems of humans and animals.	3
Conduct research, or assist in the conduct of research, including the collection of information and samples, such as blood, water, soil, plants and animals.	2
Conduct standardized biological, microbiological or biochemical tests and laboratory analyses to evaluate the quantity or quality of physical or chemical substances in food or other products.	2
Conduct statistical studies to analyze or compare production costs for sustainable or nonsustainable designs.	1
Conduct training or in-services to educate clinicians and other personnel on proper use of equipment.	3
Confer with information technology specialists to develop computer applications for genetic data analysis.	2

Confer with research and biomanufacturing personnel to ensure the compatibility of design and production.	3
Confer with vendors to evaluate new equipment or reagents or to discuss the customization of product lines to meet user requirements.	1
Construct and evaluate electrical components for consumer electronics applications such as fuel cells for consumer electronic devices, power saving devices for computers or televisions, or energy efficient power chargers.	1
Consult classification manuals to locate information about disease processes.	1
Consult with chemists or biologists to develop or evaluate novel technologies.	3
Contribute expertise to develop medical maintenance standard operating procedures.	4
Coordinate molecular or cellular research activities with scientists specializing in other fields.	1
Coordinate neurological services with other health care team activities.	1
Counsel patients or others on the background of neurological disorders including risk factors, or genetic or environmental concerns.	1
Create and transfer reference images and localization markers for treatment delivery using image guided radiation therapy.	1
Create or use statistical models for the analysis of genetic data.	2
Design and deliver technology, such as prosthetic devices, to assist people with disabilities.	3
Design and maintain genetics computer databases.	2
Design databases to support healthcare applications, ensuring security, performance and reliability.	2
Design databases, such as mutagenesis libraries.	1
Design molecular or cellular laboratory experiments, oversee their execution, and interpret results.	1
Design or build laboratory equipment needed for special research projects.	1
Design or conduct follow-up experimentation, based on generated data, to meet established process objectives.	3
Design or develop medical diagnostic or clinical instrumentation, equipment, or procedures, using the principles of engineering and biobehavioral sciences.	3
Design or direct bench or pilot production experiments to determine the scale of production methods that optimize product yield and minimize production costs.	3
Design or modify engineering schematics for electrical transmission and distribution systems or for electrical installation in residential, commercial, or industrial buildings, using computer-aided design (CAD) software.	1
Design or perform experiments with equipment, such as lasers, accelerators, or mass spectrometers.	1
Design sampling plans or coordinate the field collection of samples such as tissue specimens.	2
Design the arrangement of radiation fields to reduce exposure to critical patient structures, such as organs, using computers, manuals, and guides.	1
Design, conduct, or provide support to nursing informatics research.	1
Design, develop, select, test, implement, and evaluate new or modified informatics solutions, data structures, and decision-support mechanisms to support patients, health care professionals, and their information management and human-computer and human-technology interactions within health care contexts.	1
Determine brain death using accepted tests and procedures.	1
Determine the three-dimensional structure of biological macromolecules.	1
Develop and maintain liaisons and effective working relations with groups and individuals, agencies, and the public to encourage cooperative management strategies or to develop information and interpret findings.	1
Develop assays that monitor cell characteristics.	1
Develop bioremediation processes to reduce pollution, protect the environment, or treat waste products.	3
Develop guidelines for procedures such as the management of viruses.	1
Develop in-service educational materials.	2
Develop methodologies for transferring procedures or biological processes from laboratories to commercial-scale manufacturing production.	3
Develop methods and apparatus for securing representative plant, animal, aquatic, or soil samples.	1
Develop methods to process, store, or use foods, drugs, or chemical compounds.	1
Develop models or computer simulations of human biobehavioral systems to obtain data for measuring or controlling life processes.	3
Develop new methods to study the mechanisms of biological processes.	1
Develop or deliver training programs for health information technology, creating operating manuals as needed.	1
Develop or execute tests to detect diseases, genetic disorders, or other abnormalities.	1
Develop or implement policies or practices to ensure the privacy, confidentiality, or security of patient information.	1
Develop or test new drugs or medications intended for commercial distribution.	1
Develop pest management and control measures, and conduct risk assessments related to pest exclusion, using scientific methods.	1
Develop protocols to improve existing genetic techniques or to incorporate new diagnostic procedures.	2
Develop radiation treatment plans in consultation with members of the radiation oncology team.	1
Develop requirements for the use of patient immobilization devices and positioning aides, such as molds or casts, as part of treatment plans to ensure accurate delivery of radiation and comfort of patient.	1
Develop statistical models or simulations using statistical or modeling software.	3
Develop strategies, policies or procedures for introducing, evaluating, or modifying information technology applied to nursing practice, administration, education, or research.	1

Develop treatment plans and calculate doses for brachytherapy procedures.	1
Develop treatment plans based on diagnoses and on evaluation of factors, such as age and general health, or procedural risks and costs.	1
Develop, implement, or evaluate health information technology applications, tools, processes, or structures to assist nurses with data management.	1
Diagnose neurological conditions based on interpretation of examination findings, histories, or test results.	1
Direct, coordinate, organize, or prioritize biological laboratory activities.	1
Disassemble malfunctioning equipment and remove, repair, or replace defective parts, such as motors, clutches, or transformers.	4
Disseminate information about nursing informatics science and practice to the profession, other health care professions, nursing students, and the public.	1
Educate equipment operators on the proper use of equipment.	1
Educate patients regarding treatment plans, physiological reactions to treatment, or post-treatment care.	1
Enter data, such as demographic characteristics, history and extent of disease, diagnostic procedures, or treatment into computer.	1
Evaluate and recommend upgrades or improvements to existing computerized healthcare systems.	2
Evaluate genetic data by performing appropriate mathematical or statistical calculations and analyses.	2
Evaluate new supplies and equipment to ensure operability in specific laboratory settings.	1
Evaluate new technologies to enhance or complement current research.	1
Evaluate technical specifications to identify equipment or systems best suited for intended use and possible purchase, based on specifications, user needs, or technical requirements.	4
Evaluate the safety, efficiency, and effectiveness of biomedical equipment.	3
Evaluate, diagnose, or treat genetic diseases.	2
Examine animals and specimens to detect the presence of disease or other problems.	2
Examine medical equipment or facility's structural environment and check for proper use of equipment to protect patients and staff from electrical or mechanical hazards and to ensure compliance with safety regulations.	4
Examine patients to obtain information about functional status of areas, such as vision, physical strength, coordination, reflexes, sensations, language skills, cognitive abilities, and mental status.	1
Examine the molecular or chemical aspects of immune system functioning.	1
Explain or demonstrate correct operation or preventive maintenance of medical equipment to personnel.	4
Extract deoxyribonucleic acid (DNA) or perform diagnostic tests involving processes such as gel electrophoresis, Southern blot analysis, and polymerase chain reaction analysis.	2
Fabricate beam modifying devices, such as compensators, shields, and wedge filters.	1
Fabricate patient immobilization devices, such as molds or casts, for radiation delivery.	1
Fabricate, dress down, or substitute parts or major new items to modify equipment to meet unique operational or research needs, working from job orders, sketches, modification orders, samples, or discussions with operating officials.	4
Facilitate and promote activities, such as lunches, seminars, or tours, to foster healthcare information privacy or security awareness within the organization.	2
Feed livestock or laboratory animals.	2
Identify and outline bodily structures using imaging procedures, such as x-ray, magnetic resonance imaging, computed tomography, or positron emission tomography.	1
Identify and resolve equipment malfunctions, working with manufacturers or field representatives as necessary to procure replacement parts.	1
Identify and treat major neurological system diseases and disorders, such as central nervous system infection, cranio spinal trauma, dementia, and stroke.	1
Identify, classify, and study structure, behavior, ecology, physiology, nutrition, culture, and distribution of plant and animal species.	1
Identify, collect, record, or analyze data that are relevant to the nursing care of patients.	1
Identify, compile, abstract, and code patient data, using standard classification systems.	3
Inform local, state, national, and international health policies related to information management and communication, confidentiality and security, patient safety, infrastructure development, and economics.	1
Inform patients or families of neurological diagnoses and prognoses, or benefits, risks and costs of various treatment plans.	1
Input data into databases.	2
Inspect and test malfunctioning medical or related equipment, following manufacturers' specifications and using test and analysis instruments.	4
Install or maintain electrical control systems, industrial automation systems, or electrical equipment, including control circuits, variable speed drives, or programmable logic controllers.	1
Instruct medical students, graduate students, or others in methods or procedures for diagnosis and management of genetic disorders.	2
Instruct undergraduate and graduate students within the areas of cellular or molecular biology.	1
Integrate software or hardware components, using computer, microprocessor, or control architecture.	1
Interpret test information to resolve design-related problems.	1
Interpret the results of neuroimaging studies, such as Magnetic Resonance Imaging (MRI), Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT), and Positron Emission Tomography (PET) scans.	1
Interview patients to obtain information, such as complaints, symptoms, medical histories, and family histories.	1
Investigate the nature, composition, or expression of genes or research how genetic engineering can impact these processes.	1

Isolate, analyze, or synthesize vitamins, hormones, allergens, minerals, or enzymes and determine their effects on body functions.	1
Isolate, identify and prepare specimens for examination.	2
Keep detailed logs of all work-related activities.	2
Keep records of maintenance, repair, and required updates of equipment.	4
Lead studies to examine or recommend changes in process sequences or operation protocols.	3
Load, receive, or ship radioactive materials.	1
Maintain accurate laboratory records and data.	1
Maintain databases of experiment characteristics or results.	3
Maintain laboratory notebooks that record research methods, procedures, and results.	2
Maintain laboratory safety programs and train personnel in laboratory safety techniques.	2
Maintain or operate a variety of health record indexes or storage and retrieval systems to collect, classify, store, or analyze information.	1
Maintain system logs or manuals to document testing or operation of equipment.	1
Make computations relating to load requirements of wiring or equipment, using algebraic expressions and standard formulas.	4
Manage laboratory teams or monitor the quality of a team's work.	1
Manage teams of engineers by creating schedules, tracking inventory, creating or using budgets, or overseeing contract obligations or deadlines.	3
Manage the department or supervise clerical workers, directing or controlling activities of personnel in the medical records department.	2
Measure or weigh compounds and solutions for use in testing or animal feed.	2
Measure salinity, acidity, light, oxygen content, and other physical conditions of water to determine their relationship to aquatic life.	1
Measure the amount of radioactivity in patients or equipment, using radiation monitoring devices.	1
Modify electrical prototypes, parts, assemblies, or systems to correct functional deviations.	1
Modify, maintain, or repair electronics equipment or systems to ensure proper functioning.	1
Monitor and observe experiments, recording production and test data for evaluation by research personnel.	2
Monitor changes in legislation and accreditation standards that affect information security or privacy in the computerized healthcare system.	2
Monitor laboratory work to ensure compliance with set standards.	2
Monitor or operate specialized equipment, such as gas chromatographs and high pressure liquid chromatographs, electrophoresis units, thermocyclers, fluorescence activated cell sorters, and phosphorimagers.	1
Order or interpret results of laboratory analyses of patients' blood or cerebrospinal fluid.	1
Order supportive care services, such as physical therapy, specialized nursing care, and social services.	1
Participate in all levels of bioproduct development, including proposing new products, performing market analyses, designing and performing experiments, and collaborating with operations and quality control teams during product launches.	1
Participate in continuing education activities to maintain and expand competence.	1
Participate in neuroscience research activities.	1
Participate in the development of endangered species breeding programs or species survival plans.	2
Participate in the development or testing of electrical aspects of new green technologies, such as lighting, optical data storage devices, and energy efficient televisions.	1
Participate in the research, development, or manufacturing of medicinal and pharmaceutical preparations.	2
Participate in training or continuing education activities to stay abreast of engineering or industry advances.	1
Perform laboratory procedures following protocols including deoxyribonucleic acid (DNA) sequencing, cloning and extraction, ribonucleic acid (RNA) purification, or gel electrophoresis.	1
Perform or interpret the outcomes of procedures or diagnostic tests, such as lumbar punctures, electroencephalography, electromyography, and nerve conduction velocity tests.	1
Perform preventive maintenance or service, such as cleaning, lubricating, or adjusting equipment.	4
Perform quality assurance system checks, such as calibrations, on treatment planning computers.	1
Perform specialized treatments in areas such as sleep disorders, neuroimmunology, neuro-oncology, behavioral neurology, and neurogenetics.	1
Place orders for laboratory equipment and supplies.	2
Plan and administer biological research programs for government, research firms, medical industries, or manufacturing firms.	1
Plan and carry out work assignments, using blueprints, schematic drawings, technical manuals, wiring diagrams, or liquid or air flow sheets, following prescribed regulations, directives, or other instructions as required.	4
Plan curatorial programs for species collections that include acquisition, distribution, maintenance, or regeneration.	2
Plan or conduct basic genomic and biological research related to areas such as regulation of gene expression, protein interactions, metabolic networks, and nucleic acid or protein complexes.	2
Plan the use of beam modifying devices, such as compensators, shields, and wedge filters to ensure safe and effective delivery of radiation treatment.	1
Plan, develop, maintain, or operate a variety of health record indexes or storage and retrieval systems to collect, classify, store, or analyze information.	2
Plan, install, repair, or troubleshoot telehealth technology applications or systems in homes.	1

Post medical insurance billings.	1
Prepare or review reports, manuscripts, or meeting presentations.	1
Prepare pharmaceutical compounds for commercial distribution.	1
Prepare plans for management of renewable resources.	1
Prepare project plans for equipment or facility improvements, including time lines, budgetary estimates, or capital spending requests.	3
Prepare reports or recommendations, based upon research outcomes.	1
Prepare requests for proposals or statements of work.	1
Prepare results of experimental findings for presentation at professional conferences or in scientific journals.	2
Prepare statistical reports, narrative reports, or graphic presentations of information, such as tumor registry data for use by hospital staff, researchers, or other users.	2
Prepare technical and research reports, such as environmental impact reports, and communicate the results to individuals in industry, government, or the general public.	1
Prepare technical reports, data summary documents, or research articles for scientific publication, regulatory submissions, or patent applications.	3
Prepare, maintain, or review records that include patients' histories, neurological examination findings, treatment plans, or outcomes.	1
Prescribe or administer medications, such as anti-epileptic drugs, and monitor patients for behavioral and cognitive side effects.	1
Prescribe or administer treatments, such as transcranial magnetic stimulation, vagus nerve stimulation, and deep brain stimulation.	1
Process and prepare business or government forms.	1
Process patient admission or discharge documents.	1
Procure parts and maintain inventory and related documentation.	1
Produce electronics drawings or other graphics representing industrial control, instrumentation, sensors, or analog or digital telecommunications networks, using computer-aided design (CAD) software.	1
Produce pharmaceutically or industrially useful proteins, using recombinant DNA technology.	1
Program and use computers to store, process, and analyze data.	1
Protect the security of medical records to ensure that confidentiality is maintained.	3
Provide consultation to nurses regarding hardware or software configuration.	1
Provide scientific direction for project teams regarding the evaluation or handling of devices, drugs, or cells for in vitro and in vivo disease models.	1
Provide technical support and services for scientists and engineers working in fields such as agriculture, environmental science, resource management, biology, and health sciences.	2
Provide training to medical students or staff members.	1
Provide user applications or engineering support or recommendations for new or existing equipment with regard to installation, upgrades, or enhancements.	1
Read blueprints, wiring diagrams, schematic drawings, or engineering instructions for assembling electronics units, applying knowledge of electronic theory and components.	1
Read current literature, talk with colleagues, and participate in professional organizations or conferences to keep abreast of developments in informatics.	1
Read current scientific or trade literature to stay abreast of scientific, industrial, or technological advances.	3
Recommend process formulas, instrumentation, or equipment specifications, based on results of bench or pilot experimentation.	3
Record patient information, such as radiation doses administered, in patient records.	1
Refer patients to other health care practitioners as necessary.	1
Release information to persons or agencies according to regulations.	1
Repair shop equipment, metal furniture, or hospital equipment, including welding broken parts or replacing missing parts, or bring item into local shop for major repairs.	4
Replace defective components or parts, using hand tools and precision instruments.	1
Represent employer in a technical capacity at conferences.	1
Research catalogs or repair part lists to locate sources for repair parts, requisitioning parts and recording their receipt.	4
Research environmental effects of present and potential uses of land and water areas, determining methods of improving environmental conditions or such outputs as crop yields.	1
Research equipment or component needs, sources, competitive prices, delivery times, or ongoing operational costs.	1
Research how characteristics of plants or animals are carried through successive generations.	1
Research new materials to be used for products, such as implanted artificial organs.	3
Research the chemical effects of substances, such as drugs, serums, hormones, or food, on tissues or vital processes.	1
Research transformations of substances in cells, using atomic isotopes.	1
Resolve or clarify codes or diagnoses with conflicting, missing, or unclear information by consulting with doctors or others or by participating in the coding team's regular meetings.	3
Retrieve patient medical records for physicians, technicians, or other medical personnel.	3
Review electrical engineering plans to ensure adherence to design specifications and compliance with applicable electrical codes and standards.	1
Review existing electrical engineering criteria to identify necessary revisions, deletions, or amendments to outdated material.	1

Review existing manufacturing processes to identify opportunities for yield improvement or reduced process variation.	3
Review records for completeness, accuracy, and compliance with regulations.	1
Review reports and proposals, such as those relating to land use classifications and recreational development, for accuracy, adequacy, or adherence to policies, regulations, or scientific standards.	1
Review, approve, or interpret genetic laboratory results.	2
Review, develop, or prepare maintenance standards.	1
Scan patients' health records into electronic formats.	1
Schedule medical appointments for patients.	1
Search scientific literature to select and modify methods and procedures most appropriate for genetic research goals.	2
Select electronics equipment, components, or systems to meet functional specifications.	1
Set up and operate specialized or standard test equipment to diagnose, test, or analyze the performance of electronic components, assemblies, or systems.	1
Set up, adjust, calibrate, clean, maintain, and troubleshoot laboratory and field equipment.	2
Share research findings by writing scientific articles or by making presentations at scientific conferences.	1
Solder loose connections, using soldering iron.	4
Specify, coordinate, or conduct quality control or quality assurance programs or procedures.	1
Study and manage wild animal populations.	1
Study aquatic plants and animals and environmental conditions affecting them, such as radioactivity or pollution.	1
Study basic principles of plant and animal life, such as origin, relationship, development, anatomy, and function.	1
Study physical principles of living cells or organisms and their electrical or mechanical energy, applying methods and knowledge of mathematics, physics, chemistry, or biology.	1
Study reactions of plants, animals, and marine species to parasites.	1
Study spatial configurations of submicroscopic molecules, such as proteins, using x-rays or electron microscopes.	1
Study technical manuals or attend training sessions provided by equipment manufacturers to maintain current knowledge.	4
Study the chemistry of living processes, such as cell development, breathing and digestion, or living energy changes, such as growth, aging, or death.	1
Study the mutations in organisms that lead to cancer or other diseases.	1
Supervise biological technicians and technologists and other scientists.	1
Supervise medical technicians in the performance of neurological diagnostic or therapeutic activities.	1
Supervise or advise subordinate personnel.	4
Supervise or direct the work of other geneticists, biologists, technicians, or biometricians working on genetics research projects.	2
Supervise or perform simulations for tumor localizations using imaging methods such as magnetic resonance imaging, computed tomography, or positron emission tomography scans.	1
Supervise technical personnel and postdoctoral research fellows.	1
Supervise the installation or operation of electronic equipment or systems.	1
Teach medical dosimetry, including its application, to students, radiation therapists, or residents.	1
Teach or advise undergraduate or graduate students or supervise their research.	1
Teach or supervise students and perform research at universities and colleges.	1
Test or calibrate components or equipment, following manufacturers' manuals and troubleshooting techniques, using hand tools, power tools, or measuring devices.	4
Test, evaluate, and classify excess or in-use medical equipment and determine serviceability, condition, and disposition, in accordance with regulations.	4
Train medical records staff.	2
Transcribe medical reports.	1
Translate nursing practice information between nurses and systems engineers, analysts, or designers using object-oriented models or other techniques.	1
Use computers, computer-interfaced equipment, robotics or high-technology industrial applications to perform work duties.	2
Use informatics science to design or implement health information technology applications to resolve clinical or health care administrative problems.	1

Verify all financial, physical, and human resources assigned to research or development projects are used as planned.	1
Verify that cytogenetic, molecular genetic, and related equipment and instrumentation is maintained in working condition to ensure accuracy and quality of experimental results.	2
Write documents describing protocols, policies, standards for use, maintenance, and repair of medical equipment.	3
Write grant applications to obtain funding.	1
Write grant proposals to obtain funding for biological research.	1
Write grant proposals to obtain funding for research.	1
Write grants and papers or attend fundraising events to seek research funds.	2
Write or maintain archived procedures, procedural codes, or queries for applications.	2

Fonte: O*NET. Elaboração dos autores.

ANEXO 3 - Lista de classificação das “job zones” das ocupações do CEIS

Job Zone	Occupation
5	Acupuncturists
5	Advanced Practice Psychiatric Nurses
5	Allergists and Immunologists
5	Anesthesiologists
5	Animal Scientists
5	Art Therapists
5	Athletic Trainers
5	Audiologists
5	Biochemists and Biophysicists
5	Biologists
5	Cardiologists
5	Chemistry Teachers, Postsecondary
5	Chiropractors
5	Clinical and Counseling Psychologists
5	Clinical Neuropsychologists
5	Clinical Nurse Specialists
5	Cytotechnologists
5	Dentists, General
5	Dermatologists
5	Dietitians and Nutritionists
5	Emergency Medicine Physicians
5	Epidemiologists
5	Family Medicine Physicians
5	General Internal Medicine Physicians
5	Geneticists
5	Health Specialties Teachers, Postsecondary
5	Healthcare Social Workers
5	Hospitalists
5	Industrial-Organizational Psychologists
5	Medical and Health Services Managers
5	Medical Scientists, Except Epidemiologists
5	Mental Health and Substance Abuse Social Workers
5	Mental Health Counselors
5	Microbiologists
5	Midwives
5	Molecular and Cellular Biologists
5	Naturopathic Physicians
5	Neurologists
5	Neuropsychologists
5	Nurse Anesthetists
5	Nurse Midwives
5	Nurse Practitioners
5	Nursing Instructors and Teachers, Postsecondary
5	Obstetricians and Gynecologists
5	Occupational Therapists
5	Ophthalmologists, Except Pediatric
5	Optometrists
5	Oral and Maxillofacial Surgeons
5	Orthodontists
5	Orthopedic Surgeons, Except Pediatric
5	Orthoptists
5	Orthotists and Prosthetists
5	Pediatric Surgeons
5	Pediatricians, General
5	Pharmacists
5	Physical Medicine and Rehabilitation Physicians
5	Physical Therapists
5	Physicians, Pathologists
5	Physicists
5	Podiatrists
5	Preventive Medicine Physicians
5	Prosthodontists
5	Psychiatrists
5	Radiologists
5	Recreation and Fitness Studies Teachers, Postsecondary
5	School Psychologists

5	Social Work Teachers, Postsecondary
5	Speech-Language Pathologists
5	Sports Medicine Physicians
5	Substance Abuse and Behavioral Disorder Counselors
5	Urologists
5	Veterinarians
5	Zoologists and Wildlife Biologists
4	Bioengineers and Biomedical Engineers
4	Biological Technicians
4	Career/Technical Education Teachers, Secondary School
4	Child, Family, and School Social Workers
4	Clinical Research Coordinators
4	Community Health Workers
4	Critical Care Nurses
4	Elementary School Teachers, Except Special Education
4	Environmental Compliance Inspectors
4	Environmental Science and Protection Technicians, Including Health
4	Environmental Scientists and Specialists, Including Health
4	Exercise Physiologists
4	Health and Safety Engineers, Except Mining Safety Engineers and Inspectors
4	Health Education Specialists
4	Health Informatics Specialists
4	Histotechnologists
4	Middle School Teachers, Except Special and Career/Technical Education
4	Music Therapists
4	Occupational Health and Safety Specialists
4	Probation Officers and Correctional Treatment Specialists
4	Registered Nurses
4	Sales Representatives, Wholesale and Manufacturing, Technical and Scientific Products
4	Secondary School Teachers, Except Special and Career/Technical Education
4	Social and Community Service Managers
4	Social and Human Service Assistants
3	Acute Care Nurses
3	Cardiovascular Technologists and Technicians
3	Dental Assistants
3	Dental Hygienists
3	Diagnostic Medical Sonographers
3	Dietetic Technicians
3	Electrical and Electronic Engineering Technologists and Technicians
3	Embalmers
3	Emergency Medical Technicians
3	Endoscopy Technicians
3	Exercise Trainers and Group Fitness Instructors
3	Hazardous Materials Removal Workers
3	Health Information Technologists and Medical Registrars
3	Histology Technicians
3	Licensed Practical and Licensed Vocational Nurses
3	Magnetic Resonance Imaging Technologists
3	Massage Therapists
3	Medical and Clinical Laboratory Technicians
3	Medical Assistants
3	Medical Dosimetrists
3	Medical Equipment Repairers
3	Medical Records Specialists
3	Morticians, Undertakers, and Funeral Arrangers
3	Neurodiagnostic Technologists
3	Nuclear Medicine Technologists
3	Nursing Assistants
3	Occupational Health and Safety Technicians
3	Ophthalmic Medical Technicians
3	Ophthalmic Medical Technologists
3	Opticians, Dispensing
3	Paramedics
3	Pharmacy Technicians
3	Psychiatric Technicians
3	Radiologic Technologists and Technicians
3	Surgical Assistants
3	Veterinary Technologists and Technicians
3	Water and Wastewater Treatment Plant and System Operators
2	Ambulance Drivers and Attendants, Except Emergency Medical Technicians

2	Chemical Equipment Operators and Tenders
2	Chemical Plant and System Operators
2	Cooks, Institution and Cafeteria
2	Crematory Operators
2	Demonstrators and Product Promoters
2	Dental Laboratory Technicians
2	Food Servers, Nonrestaurant
2	Helpers--Production Workers
2	Home Health Aides
2	Medical Equipment Preparers
2	Medical Secretaries and Administrative Assistants
2	Mixing and Blending Machine Setters, Operators, and Tenders
2	Ophthalmic Laboratory Technicians
2	Personal Care Aides
2	Pest Control Workers
2	Pesticide Handlers, Sprayers, and Applicators, Vegetation
2	Pharmacy Aides
2	Psychiatric Aides
2	Receptionists and Information Clerks
2	Refuse and Recyclable Material Collectors
2	Veterinary Assistants and Laboratory Animal Caretakers

Fonte: O*NET. Elaboração dos autores.



cee