



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ATUARIAIS**

ELAINE CRISTINA PEREIRA CUSTODIO

**APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
EM ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR**

**FORTALEZA
2021**

ELAINE CRISTINA PEREIRA CUSTODIO

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
EM ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Atuariais do Departamento de Administração da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Atuariais.

Orientadora: Prof. Ma. Ana Cristina Pordeus Ramos.

FORTALEZA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C991a Custodio, Elaine Cristina Pereira.
Aplicações de Inteligência Artificial em Entidades Fechadas de Previdência Complementar / Elaine
Cristina Pereira Custodio. – 2021.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Atuariais, Fortaleza, 2021.
Orientação: Profª. Ma. Ana Cristina Pordeus Ramos.

1. EFPC. 2. Inteligência Artificial. 3. Aprendizado de Máquina Ciências . 4. Ciências Atuariais. I.
Título.

CDD 368.01

ELAINE CRISTINA PEREIRA CUSTODIO

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
EM ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Atuariais do Departamento de Administração da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Atuariais.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ma. Ana Cristina Pordeus Ramos (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Sérgio Cesar de Paula Cardoso
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cláudio Bezerra Leopoldino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.
À Professora Ma. Ana Cristina Pordeus Ramos.
À minha família.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso de Ciências Atuariais, pela dedicação ao ensino ao longo de todos os semestres.

Pela orientação, à Professora Ma. Ana Cristina Pordeus Ramos.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Me. Sérgio César de Paula Cardoso e Prof. Dr. Cláudio Bezerra Leopoldino pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas da turma que ingressou em 2017.1, pelo apoio mútuo durante todo o curso.

“Predicting the future isn't magic, it's artificial intelligence.” (DAVE WATERS, s.d.).

RESUMO

A inteligência artificial é um ramo da ciência que estuda a inteligência humana e tenta simulá-la em máquinas. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo investigar como as entidades fechadas de previdência complementar (EFPC) utilizam a inteligência artificial em suas atividades. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em artigos científicos, sites e publicações das EFPC e de outros tipos de instituições previdenciárias ou securitárias e outras empresas relacionadas diretamente com a temática inteligência artificial. A pesquisa teve abordagem qualitativa, sendo descritiva em relação ao objetivo e bibliográfica em relação aos procedimentos técnicos. Realizou-se um levantamento inicial considerando os termos “EFPC”, “inteligência artificial” e “aprendizado de máquina” e, em seguida, buscou-se fontes que tratassem da efetiva utilização das tecnologias citadas pelas EFPC e de como a temática tem sido tratada pelas normas brasileiras. Dentre os principais achados, constatou-se que o uso de inteligência artificial nas EFPC é ainda primário no Brasil e, de forma geral, encontra-se concentrado nas atividades relacionadas ao atendimento de participantes e através do uso de robôs investidores. Não obstante, foi identificado que uma empresa de consultoria e auditoria atuarial presta o serviço de realização de análises preditivas através de técnicas de inteligência artificial às EFPC. Na área de seguros, de forma geral, verificou-se que os atuários já utilizam aprendizado de máquina para a criação de modelos preditivos e cálculos relacionados a cálculos de regressões, cálculos de precificação e o desenvolvimento de modelos preditivos. Esta pesquisa visa difundir o conhecimento referente ao uso de IA por parte das EFPC brasileiras, além de instigar o interesse de alunos, profissionais das EFPC e de atuários para a compreensão dos benefícios da utilização da IA em atividades relacionadas às Ciências Atuariais. Entretanto, ressalta-se que a pesquisa realizada apresentou limitações em relação ao acesso a informações acerca dos tipos de tecnologias usadas internamente pelas EFPC.

Palavras-chave: EFPC. Inteligência Artificial. Aprendizado de Máquina. Ciências Atuariais.

ABSTRACT

Artificial intelligence is a branch of science that studies human intelligence and tries to simulate it in machines. In this context, this research aimed to investigate how closed private pension entities (EFPC) use artificial intelligence in their activities. Therefore, bibliographical research was carried out based on scientific articles, websites and publications of the EFPC and other types of social security or insurance institutions and other companies directly related to the subject of artificial intelligence. The research had a qualitative approach, being descriptive in relation to the objectives and bibliographical in relation to the technical procedures. An initial information gathering was carried out considering the terms "EFPC", "artificial intelligence" and "machine learning" and then, sources were sought that dealt with the effective use of the technologies mentioned by the EFPC and how the issue has been addressed by Brazilian standards. The research had a qualitative approach, being descriptive in relation to the objectives and bibliographical in relation to the technical procedures. An initial survey was carried out considering the terms "EFPC", "artificial intelligence" and "machine learning" and then sources were sought that dealt with the effective use of the technologies mentioned by the EFPC and how the theme has been addressed by Brazilian standards. Among the main findings, it was found that the use of artificial intelligence in EFPC is still primary in Brazil and, in general, is concentrated in activities related to attending participants and through the use of investor robots. Nevertheless, it was identified that an actuarial consulting and auditing company provides the service of performing predictive analysis through artificial intelligence techniques to the EFPC. In the insurance area, in general, it was found that actuaries already use machine learning to create predictive models and calculations related to regression calculations, pricing calculations and the development of predictive models. This research aims to spread knowledge regarding the use of AI by the Brazilian EFPC, in addition to instigating the interest of students, EFPC professionals and actuaries to understand the benefits of using AI in activities related to Actuarial Sciences. However, it is noteworthy that the research carried out had limitations in relation to access to information about the types of technologies used internally by the EFPC.

Keywords: Private Pension. Artificial Intelligence. Machine Learning. Actuarial Science.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais normas do sistema de previdência no Brasil	17
Quadro 2 -Tipos de Inteligência Artificial, conforme classificação de Rosa (2011)	20
Quadro 3 -Tipos de Inteligência Artificial, conforme classificação de Lee (2019)	20
Quadro 4 - Aplicações de Inteligência Artificial	21
Quadro 5 – Tecnologias da 4ª revolução industrial utilizadas em EFPC	30
Quadro 6 – Menu de Opções do Sistema Especialista	31
Quadro 7 – Resultados	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aprendizado de Máquina	23
Figura 2 – Um resumo das classificações de <i>Machine Learning</i>	25
Figura 3 – Tela <i>Chatbot</i> Olívia	32
Figura 4 – <i>Chatbot Otto Corp</i>	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASR	<i>Automatic Speech Recognition</i>
BC	Banco Central
BI	<i>Business Intelligence</i>
BSA	<i>Business Software Alliance</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Ceará
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
EAPC	Entidades Abertas de Previdência Complementar
EFPC	Entidades Fechadas de Previdência Complementar
ETL	<i>Extract Transform Load</i>
FUSESC	Fundação Codesc de Seguridade Social
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
IDC	<i>International Data Corporation</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
LM	<i>Lockheed Martin Ventures</i>
MDB	Movimento Democrático Brasileiro
PB	Paraíba
PIER	Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras
PL	Projeto de Lei
PLN	Processamento de Linguagem Natural
PREVIC	Superintendência Nacional de Previdência Complementar
REP	Relatório de Estabilidade da Previdência Complementar
RGPS	Regime Geral de Previdência Social
RPC	Regime de Previdência Complementar
RPPS	Regimes Próprios de Previdência Social
SE	Sistema Especialista
SUSEP	Superintendência de Seguros Privados
TO	Tocantins

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Breve Panorama do Sistema de Previdência no Brasil	17
2.1.1	<i>Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC).....</i>	18
2.2	Inteligência Artificial (IA)	19
2.2.1	<i>Machine Learning</i>	22
2.3	Normas brasileiras sobre as aplicações de tecnologias de forma geral nas EFPC .25	
3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	28
3.1	Aplicações de aprendizado de máquina em Atuária	28
3.2	Aplicações de IA e outras tecnologias em EFPC e em Entidades Reguladoras	30
3.2.1	<i>Case 1: Sistema Especialista para Serviços de Atendimento (FUSESC), por Cunha (1995)</i>	31
3.2.2	<i>Case 2: Chatbot Olívia na EFPC CargillPrev.....</i>	32
3.2.3	<i>Case 3: Chatbot Otto Corp para atendimento em EFPC</i>	33
3.2.4	<i>Case 4: Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras (PIER)</i>	33
3.2.5	<i>Case 5: Soluções tecnológicas da fintech Sinqia na EFPC Enerprev</i>	34
3.2.6	<i>Case 6: Consultoria e auditoria atuarial com soluções que utilizam IA.....</i>	34
3.2.7	<i>Comparação de Resultados</i>	34
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Lima e Konrad (2020) afirmam que o envelhecimento da população brasileira está ocorrendo de forma rápida e isso implica no aumento de demandas nas áreas da saúde, assistência social e previdência (LIMA e KONRAD, 2020).

De acordo com a projeção de população divulgada pelo IBGE em 2018, o Brasil possui mais de 28 milhões de pessoas com 60 anos ou mais, o que representava, aproximadamente, 13% da população, e a tendência é a de que esse número dobre nas décadas subsequentes (PERISSÉ e MARLI, 2019) e a demanda por planos de previdência complementar, que apresentou um crescimento de 30% no período de 2012 a 2020 (BRASIL, 2021b).

Sobre esse setor, Medeiros (2017) afirma que os grandes desafios de renovação estão relacionados com aprimoramento da governança, transparência e gestão dos fundos de pensão e que o momento é de “otimizar recursos e gerenciar as entidades com apoio de ferramentas modernas de tecnologia da informação que propiciem ganhos de escala, produtividade e maior efetividade para os participantes”.

O Relatório de Estabilidade da Previdência Complementar, divulgado em julho de 2020, aponta que uma das perspectivas da previdência complementar brasileira será a utilização intensiva de tecnologia e inovações com o objetivo de ofertar produtos e serviços melhores e de acordo com as necessidades dos participantes (PREVIC, 2020).

A utilização de ferramentas computacionais como planilhas e grandes bancos de dados, de forma avançada, é comum nas entidades fechadas de previdência complementar (EFPC) ou fundos de pensão, porém, é necessária a utilização de instrumentos capazes de realizar a integração e relacionamento dessas bases, de modo que os dados tratados possam demonstrar a realidade da entidade. (MEDEIROS, 2017)

A necessidade de trabalhar com uma grande quantidade de dados está sendo percebida não só pelos fundos de pensão, mas por todo o mundo. Segundo a BSA *The Software Alliance* (2015), a quantidade de dados criados diariamente, naquele ano, era em torno de 2,5 quintilhões de bytes (IDC, 2020).

Recentemente, os pesquisadores da *Global DataSphere*, pertencente a *International Data Corporation* (IDC), fizeram a projeção de que apenas em 2020 seriam produzidos mais de 59 *zetabytes* de dados no mundo. O fato de funcionários estarem

trabalhando de casa devido a pandemia da Covid-19, produzindo e baixando vídeos de comunicação também contribuiu para esse aumento (IDC, 2020).

Nesse contexto, uma tecnologia que é nova e complexa, porém possui a capacidade de realizar o tratamento de dados em uma escala inimaginável para o ser humano é a chamada inteligência artificial (IA) (ORACLE, 2021).

Segundo a *International Business Machine Corporation* (IBM, 2020), IA “se refere a qualquer inteligência semelhante à humana exibida por um computador, robô ou outra máquina”. A instituição fez uso da IA em seu computador *Deep Blue*, que em 1997 derrotou o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov, e a utilizou também no *Project Debater*, tecnologia programada para realizar debates com profissionais debatedores (OLHAR DIGITAL, 2019).

O uso de IA é amplo e vem crescendo em empresas de diversos ramos de atuação. No ramo de comércio eletrônico, a empresa *Alibaba* utiliza a IA para prever possíveis compras dos clientes; a *Apple* usa a IA em seus principais produtos (smartphones, relógios inteligentes, softwares e serviços online) para potencializar suas ofertas através de recomendação de músicas no aplicativo *Apple Music* (OLHAR DIGITAL, 2019).

A *Apple* também utiliza a IA na busca por fotos realizada pelo software de armazenamento em nuvem *iCloud* e para dirigir para locais escolhidos através do aplicativo *Maps* e a empresa Baidu, site de busca chinês, que utilizou a IA em uma ferramenta capaz de clonar a voz de uma pessoa após ouvir apenas 3,7 segundos de áudio, chamada de *Deep Voice* (OLHAR DIGITAL, 2019).

Em relação ao uso da IA na previdência complementar brasileira, objeto de estudo desta pesquisa, Balera e Raeffray (2020) esclarecem que ele é percebido ainda de forma modesta, em atividades como concessão de benefícios e decisões de investimentos, neste último caso, para administrar e analisar a rentabilidade futura de investimentos.

Em pesquisa feita no *site* Google Acadêmico, a busca pelos termos chaves “inteligência artificial” e “EFPC”, considerando o período de 2001 a 2021, retornou 3 páginas contendo 24 resultados (8 dissertações de mestrado, 1 repositório digital, 1 endereço eletrônico de congresso, 5 artigos científicos, 1 manual, 3 monografias, 4 capítulos de livros e 1 revista).

No Portal de Periódicos da CAPES, considerando os mesmos critérios, a busca retornou apenas uma página contendo 1 resultado, relativo ao endereço eletrônico de um

congresso. Ainda assim, os resultados encontrados não abordaram a relação entre os dois temas de forma direta, mas apenas separadamente, indicando que a relação entre eles foi pouco explorada cientificamente até então.

Dentre os achados, destaca-se o exemplo de Salazar e Boado-Penas (2019), os quais utilizaram a IA para a criação de um sistema de pontuação de aposentadoria precoce. Nesta aplicação, foi empregada a técnica chamada de “aprendizado de máquina” para prever se uma pessoa iria se aposentar antes ou depois dos 65 anos, tendo como parâmetros, características pessoais (dados do período de 2005 a 2017) e variáveis macroeconômicas, a partir de dados coletados de uma seguradora privada no México.

Os autores acreditam que o uso das técnicas de IA permite uma tomada de decisão mais precisa e concluíram que a utilização da técnica de “aprendizado de máquina” possibilita a inclusão de novas variáveis para melhorar a precisão do modelo e a lida com bases que possuem grande quantidade de dados (SALAZAR e BOADO-PENAS, 2019).

Diante das diversas possibilidades de aplicação da IA, definiu-se a questão norteadora desta pesquisa: como as técnicas de IA estão sendo utilizadas nas EFPC?

Assim, a presente pesquisa visa investigar a utilização da IA no contexto das EFPC no Brasil. De forma secundária, pretende-se apresentar alguns tipos de aplicações de *machine learning* em Atuária e exemplos contemplando outras tecnologias disruptivas tanto em EFPC quanto em entidades reguladoras.

Para tanto, foi feita uma pesquisa de abordagem qualitativa, utilizando a internet como ambiente para a coleta de dados. Segundo Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa qualitativa é utilizada para interpretar fenômenos, atribuir significados e coletar dados do ambiente natural e, para Godoy (1995), este tipo de pesquisa deve ser descritiva e o contato do pesquisador com o ambiente natural é fundamental para analisar a situação que está sendo estudada.

Quanto ao objetivo, trata-se de uma pesquisa descritiva, a qual, segundo Prodanov e Freitas (2013), utiliza técnicas padronizadas de coleta de dados para demonstrar as características de um fenômeno ou de uma população.

Quanto ao procedimento técnico, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, por fundamentar-se em artigos e livros científicos relacionados ao assunto. Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica é feita a partir de materiais que já foram publicados.

Para Gil (2002) a vantagem deste tipo de pesquisa é a de proporcionar ao pesquisador a capacidade de coletar dados de forma mais ampla do que ele faria em uma pesquisa direta em fontes diversas.

A pesquisa encontra-se estruturada em 4 capítulos, contando com esta introdução e as considerações finais. O capítulo 2 trata da revisão de literatura, na qual são apresentados: um breve histórico do sistema de previdência brasileiro, conceitos e características relacionadas às EFPC, a IA, ao *machine learning* e suas técnicas, assim como, as normas brasileiras relacionadas ao uso de tecnologias de modo geral. O capítulo 3 apresenta algumas aplicações de inteligência artificial em ciências atuariais e o uso de IA e outras tecnologias em EFPC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo visa apresentar uma breve descrição acerca do sistema previdenciário brasileiro. Em seguida, pretende conceituar as EFPC e apresentar dados acerca de sua situação atual. Logo após, apresentará conceitos e características acerca da IA e do aprendizado de máquina. Por último, pretende mostrar como as normas brasileiras tratam o uso de tecnologias de modo geral em EFPC.

2.1 Breve Panorama do Sistema de Previdência no Brasil

No Brasil, a previdência é dividida em regimes de filiação obrigatória e facultativa. Os regimes de filiação obrigatória são: por parte de trabalhadores do setor privado e empregados públicos celetistas conhecido como de Regime Geral de Previdência Social (RGPS) e por parte de membros e servidores públicos da União, Estados, Municípios e Distrito Federal chamado de Regime Próprio de Previdência Social (RPPS). Já o regime de filiação facultativa para todos é conhecido como Regime de Previdência Complementar (RPC), de filiação facultativa para todos (BRASIL, 2021a).

As principais normas do sistema de previdência no Brasil são reunidas no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais normas do sistema de previdência no Brasil

Legislação	Assunto
Constituição Federal no art. 40	Trata do Regime Próprio de Previdência Social - RPPS
Constituição Federal no art. 201	Trata do Regime Geral de Previdência Social - RGPS
Constituição Federal no art. 202	Trata do Regime Privado de caráter complementar ou Regime de Previdência Complementar - RPC
Lei 8.212/1991	“Dispõe sobre a organização da Seguridade Social, institui Plano de Custeio, e dá outras providências”
Lei 8.213/1991	“Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências”
Lei 9.717/1998	Trata das regras gerais para a organização e o funcionamento dos RPPS de todo o Brasil e “dá outras providências”
Lei Complementar 108/2001	Trata das EFPC e “dá outras providências”
Lei Complementar 109/2001	“Dispõe sobre o Regime de Previdência Complementar e dá outras providências”
Lei 10.887/2004	Trata da Emenda Constitucional nº 41, de 19 de dezembro de 2003 altera dispositivos das Leis nº 9.717/1998, 8.213/1991, 9.532/1997 e “dá outras providências”
Lei 12.618/2012	“Institui o regime de previdência complementar para os servidores públicos federais titulares de cargo efetivo... e dá outras providências”

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Brasil (1991, 1998, 2001a, 2001b, 2004 e 2012).

O RPC é operacionalizado por entidades abertas (EAPC) e fechadas de previdência complementar (EFPC). De forma geral, as EAPC são sociedades anônimas com fins lucrativos, e as EFPC ou fundos de pensão são fundações ou sociedades civis sem fins lucrativos, responsáveis pela administração e operação de planos de benefícios de caráter previdenciário. As EAPC e EFPC são fiscalizadas, respectivamente, pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) e pela Superintendência Nacional de Previdência Complementar (PREVIC) (BRASIL, 2001a, 2001b).

2.1.1 Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC)

Diniz (2020) afirma que as EFPC ou Fundos de Pensão possuem a finalidade de oferecer uma forma de o empregado ou associado complementar a aposentadoria fornecida pela previdência pública, seja do RGPS ou do RPPS.

Neste segmento, em fevereiro de 2021, havia 286 entidades administrando 1.101 planos de benefícios (300 de Benefício Definido, 338 de Contribuição Variável e 463 de Contribuição Definida), detendo 50,2% do total de patrimônio do RPC, que chegou a 2,17 trilhões de reais (BRASIL, 2021b).

Para Omati (2012) os principais atores do sistema fechado de previdência complementar são as entidades, a patrocinadora, os participantes e assistidos do plano de benefício.

De acordo com a Lei Complementar nº 109, os Fundos de Pensão podem ser classificados tanto de acordo com os planos que administram, quanto em relação a quantidade de patrocinadores. Caso administre apenas um plano, a nomenclatura usada é “plano comum” e, se for mais de um, a denominação usada é “multiplano”. Em relação a quantidade de patrocinadores: pode ser classificada como “singular”, caso tenha apenas uma patrocinadora ou “multipatrocinada”, se possuir mais de uma (BRASIL, 2001b).

Sobre a atual situação das EFPC, o Relatório Gerencial de Previdência Complementar, aponta que houve um aumento em torno de 643 mil entrantes do período de 2012 até 2018 (últimos dados disponíveis deste ano), embora o número total de entidades tenha reduzido de 337 para 297 no período (BRASIL, 2021b).

Em relação ao patrimônio dessas entidades, o relatório supracitado registra que 62% é relativo a entidades com patrocinadores vinculados ao setor público, 37% a entidades com patrocinadores vinculados ao setor privado e 1% a instituidores. O documento registra também que 32% das EFPC possuem patrimônio na faixa de R\$ 500 milhões a R\$ 2 bilhões (BRASIL, 2021b).

De acordo com a 6ª Edição do Relatório de Estabilidade da Previdência Complementar (REP), divulgado em junho de 2021, uma parte importante da poupança de longo prazo do Brasil é constituída pela previdência complementar fechada. No ano de 2020, mesmo com a diminuição do número de entidades dentro do sistema de previdência complementar, houve o crescimento de 5,7% na quantidade total de ativos, ano em que o PIB do país sofreu uma queda de 4,1% (PREVIC, 2021).

2.2 Inteligência Artificial (IA)

Sobre a definição de IA, Russel e Norvig (2020) explicam que a inteligência artificial é o estudo de como agentes percebem o ambiente e executam ações racionais. É chamado de agente inteligente aquele que realiza a melhor ação possível diante de uma situação. Os autores ainda afirmam que filósofos, matemáticos, economistas, neurocientistas, psicólogos e engenheiros da computação contribuíram com conceitos e ferramentas que tornaram possível o desenvolvimento da IA. Ela, por sua vez, se aprimorou ao longo dos anos tanto em sua teoria como em sua metodologia devido a necessidade de lidar com problemas cada vez mais complexos.

Para Nilsson (1933), a IA é a área da computação responsável pela construção de sistemas capazes de realizar atividades intelectuais que eram executadas apenas por humanos. O objetivo da IA, segundo Rosa (2011), é "implementar numa máquina a possibilidade de realizar tarefas que uma criança é capaz de realizar, mas o mais poderoso dos supercomputadores ainda não".

Os tipos de aplicações da IA são divididos em três categorias por Rosa (2011) conforme disposto no Quadro 2.

Quadro 2 -Tipos de Inteligência Artificial, conforme classificação de Rosa (2011)

Tipo	Descrição
Tarefas Cotidianas	envolvem percepção e língua natural
Tarefas Formais	envolvem habilidades para jogos e resolução de problemas matemáticos
Tarefas Especialistas	envolvem engenharia, diagnóstico médico, assim como análises científica e financeira

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Rosa (2011).

De acordo com Lee (2019), a IA é dividida em quatro ondas, conforme disposto no Quadro 3.

Quadro 3 -Tipos de Inteligência Artificial, conforme classificação de Lee (2019)

Onda	Descrição
IA da internet	aprendizagem das principais escolhas de um usuário e faz recomendações através de dados rotulados, por exemplo, produto comprado e não comprado
IA de negócios	uso de dados rotulados por organizações para fazer previsões que escapariam em uma análise apenas humana
IA de percepção	algoritmos capazes de identificar fotos, vídeos, músicas, palavras por meio de sensores e ferramentas inteligentes
IA autônoma	máquinas que combinam os avanços alcançados nas três ondas citadas anteriormente, por exemplo, carros autônomos

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Lee (2019).

As aplicações da IA sugeridas por Nilsson (1933) estão dispostas no Quadro 4.

Quadro 4 - Aplicações de Inteligência Artificial

Aplicação	Descrição
processamento de linguagem natural	programação de estruturas de representação para que o sistema conheça o contexto e consiga fazer inferências de fragmentos falados e escritos da língua
estudo inteligente de base de dados	armazenamento, recuperação, representação eficiente e capacidade de raciocínio dedutivo em relação a uma grande quantidade de dados
sistemas de consultoria especializada	técnicas de dedução baseada em regras simples para que o sistema dialogue com o usuário humano e forneça respostas de especialistas de diversas áreas
prova de teoremas	provar ou não um teorema usando técnicas similares a de especialistas que subdividem um problema em subproblemas, fazem deduções de hipóteses e usam habilidades matemáticas, como por exemplo a capacidade de realizar diagnósticos médicos
robótica	a IA é utilizada para resolver problemas complexos que necessitam de grande nível de detalhamento ou alto nível de abstração
programação automática	o programa é capaz de entender linguagem de alto nível, como o inglês, para resolver ambiguidades, por exemplo, compiladores possuem programas que fazem a depuração do código apontando os erros que devem ser corrigidos
problemas de percepção	processamento de dados complexos, como imagens e sons externos, através de frames, que são grandes quantidades de conhecimento sobre determinada cena/som organizados dentro de uma estrutura

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Nilsson (1933).

Em relação ao Processamento de Linguagem Natural (PLN), Bassani (2019) afirma que ele é responsável pelo estudo de formas capazes de resolver problemas relacionados ao uso da linguagem escrita e falada, como classificação de texto, tradução automática, resposta a perguntas e diálogos. O PLN também é responsável pelo estudo de problemas que envolvam linguagem de alto nível, como o português.

No que se refere à base de dados, Lobo (2017) aponta que a IA realiza o processamento de dados através de algoritmos que possuem a tendência de aperfeiçoarem-se ao longo de seu próprio funcionamento.

Sobre Sistema Especialista (SE), Magalhães *et al.* (2021) afirma que é um programa de computador que adquire um conhecimento intenso a partir da perícia de especialistas para auxiliar no processo de tomada de decisão. No que se refere a prova de teoremas, Moser (2018) afirma que faz parte da IA tradicional que "operam em um paradigma baseado em resolver um problema".

Em relação à robótica, Colombini e Simões (2019) explicam que:

A robótica, que tem evoluído de mãos dadas com a IA ao longo da História, está buscando no Aprendizado de Máquina e no recente sucesso de suas redes neurais profundas a solução para os mais diversos problemas relacionados à autonomia do robô. Por exemplo, a localização por visão, o planejamento de trajetória, o controle de movimentos, assim como o aprendizado de modelos de socialização e arquiteturas cognitivas. Por isso, a robótica está cada dia mais ligada ao aprendizado.

Sobre os problemas de percepção, Gonçalves e Clua (2019) explicam que a Análise de Imagens ou Visão Computacional tem como objetivo a obtenção de informações sobre o mundo tridimensional a partir de algum processo de captura, como o uso de câmeras ópticas.

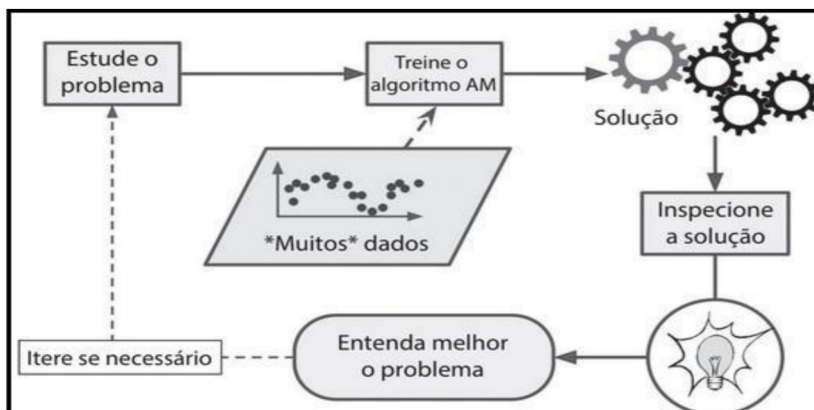
2.2.1 Machine Learning

Lee (2019) informa que por volta dos anos 80, a inteligência artificial era dividida nas abordagens baseadas em regras e no uso de redes neurais. Com o avanço do poder computacional juntamente com a produção e disponibilização de grandes quantidades de dados, foi possível aprimorar o uso de redes neurais, o que acabou ocasionando a mudança de nomenclatura de redes neurais para aprendizado profundo (ou *deep learning*). Ele ainda afirma que o aprendizado profundo está incluído no termo “genérico” aprendizado de máquina (ou *machine learning*).

Sobre aprendizado de máquina, Jordan e Mitchell (2015) afirmam que faz parte dos estudos da ciência de dados e da inteligência artificial. Tendo como foco o aperfeiçoamento automático através da experiência e buscando entender como ocorre o processo de aprendizagem em pessoas, entidades e computadores.

A Figura 1 ilustra como ocorre o aprendizado de máquina.

Figura 1 – Aprendizado de Máquina



Fonte: Géron (2019, p. 7).

Segundo Géron (2019), o aprendizado de máquina pode ser classificado de acordo com os seguintes critérios: o fato de precisarem ou não de treinamento humano (“supervisionado”, “não supervisionado”, “semi-supervisionado” e “por reforço”); de possuírem ou não a capacidade de aprenderem de forma rápida e incremental (“*online*” e “por lotes”) e de realizarem comparações com base em dados conhecidos ou detecções de padrões com base em dados utilizados em treinamentos para a elaboração de modelos preditivos (“baseado em instâncias” e “baseado em modelo”).

Em relação a classificação do aprendizado de máquina, Richman (2018) a divide em 3 categorias: “aprendizado supervisionado”, subdividido em “regressão” e “classificação”; “aprendizado não supervisionado”; e “aprendizado por reforço”. Para Grus (2016), o “aprendizado supervisionado” usa dados rotulados contendo as respostas já consideradas corretas em seu algoritmo, enquanto que o “aprendizado não supervisionado” não possui o processo de rotulagem.

Para Géron (2019), na subdivisão “classificação” do “aprendizado supervisionado”, o algoritmo aprende a etiquetar os novos dados e na subcategoria “regressão” faz previsões numéricas com base em um grupo de características. Sobre o “aprendizado de reforço”, ele afirma que ações são tomadas por parte de sistemas de aprendizado, após observação, e como resultado eles recebem recompensas ou punições.

Como exemplo de “aprendizado supervisionado”, tem-se a criação de um aplicativo que, através do aprendizado de máquina, fosse capaz de analisar imagens e descrições escritas e realizar a distinção entre muitos animais; e para “aprendizado não

supervisionado”, tem-se o exemplo da detecção de e-mails indesejados, chamados de *spam* (IBM, 2021). A capacidade de um carro autônomo seguir as leis de trânsito à medida em que ganha experiência e recebe comentários positivos ou negativos acerca de suas ações seria um exemplo de “aprendizado por reforço” (AZURE, 2021).

Mais duas classificações são acrescentadas por Grus (2016): o chamado “aprendizado semi-supervisionado” em que somente parte dos dados são rotulados e o “aprendizado *online*” em que o modelo é ajustado constantemente devido a inserção de novos dados.

Géron (2019) adiciona mais algumas classificações como: “aprendizado em lote” (o sistema é construído para tomar decisões apenas com os dados que foram disponibilizados no ato de sua elaboração); “aprendizado baseado em instância” (memorização de exemplos para tomar decisões parecidas para casos novos, por exemplo: conseguir diferenciar se os comentários sobre um filme são positivos ou negativos com bases em exemplos) e o “aprendizado baseado em modelo” (criação de modelos alimentados por um grupo de exemplos para realização de previsões, por exemplo: construção de um modelo que relaciona o nível de felicidade da população ao aumento do PIB de um país com base nos dados de PIB de 10 países. Quando os dados de um 11º país forem rodados no modelo, ele fará a previsão do nível de felicidade).

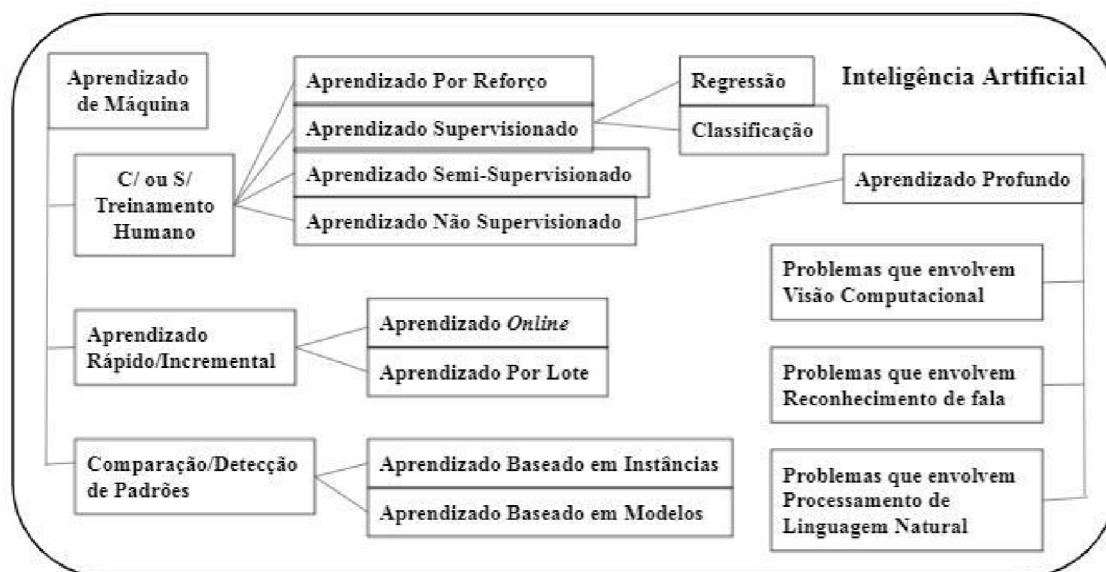
Um exemplo de “aprendizado semi-supervisionado” dá-se pela capacidade de um serviço de hospedagem de fotos reconhecer o rosto e o nome de uma pessoa Y, após a pessoa B ter postado várias fotos contendo esta pessoa Y e a identificado em apenas uma (GÉRON, 2019). *Softwares* para previsão de demanda de diversos serviços como energia elétrica, gás e taxi através de algoritmos de árvore de decisão (divisão e classificação de dados através de perguntas que recebem respostas *booleanas*) e análises de *streaming* (análise e processamento de registros de dados realizado de forma contínua) são exemplos de “aprendizado em lote” e *Online*, respectivamente (SAMPAIO *et al.*, 2019).

Em relação ao aprendizado profundo, Goodfellow *et al.* (2016) afirmam que é uma espécie de aprendizado de máquina que divide problemas complexos em problemas mais simples, retratando o mundo através de representações que usam hierarquias aninhadas de conceitos. Seu aprimoramento ocorreu devido ao melhor desempenho de *hardware* e *software*.

O aprendizado profundo pode ser usado para resolver problemas que envolvam “visão computacional”, “reconhecimento de fala” e “processamento de linguagem natural”.

Bradski e Kaehler (2008) esclarecem que “visão computacional”, é a capacidade de converter dados de entrada (como dados originários de um vídeo ou de uma câmera fotográfica) em uma decisão ou um novo tipo de representação. O “reconhecimento de fala”, também chamado de *Automatic Speech Recognition* (ASR), segundo Kamath *et al.* (2019) é o ato de transformar uma linguagem falada em um texto que pode ser lido por um computador. “Processamento de linguagem natural”, segundo Vieira e Lopes (2010) é o ramo da ciência da computação responsável pela criação de programas capazes de analisar, reconhecer ou produzir textos em qualquer linguagem considerada humana.

Figura 2 – Um resumo das classificações de *Machine Learning*



Fonte: Elaboração da autora, a partir de Géron (2019), Goodfellow *et al.* (2016), Grus (2016) e Richman (2018).

A seguir serão apresentadas algumas normas que tratam acerca do uso de tecnologias de forma geral nas EFPC.

2.3 Normas brasileiras sobre as aplicações de tecnologias de forma geral nas EFPC

Sobre as normas brasileiras que tratam do uso de tecnologias nas atividades das EFPC tem-se especificamente a Resolução CNPC nº 26/2017 que “Dispõe sobre a adoção de transações remotas pelas entidades fechadas de previdência complementar” e conceitua

transação remota como “qualquer operação à distância envolvendo o uso de plataforma digital que requeira manifestação expressa do público-alvo perante a EFPC” (BRASIL, 2018).

Esta resolução afirma que as EFPC precisam atender a certos requisitos como fornecer uma alternativa não remota de atendimento aos participantes ou assistidos (sem tratamento discriminatório em relação a este tipo de transação), garantir o sigilo de dados e de documentos, realizar o armazenamento dos referidos documentos para a confirmação das transações, assim como fornecer protocolo eletrônico para cada transação requerida (BRASIL, 2018).

De forma mais abrangente no país,

A Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, denominada Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (“LGPD”), surgiu no Brasil em momento de grande preocupação por parte da comunidade internacional com o cuidado e gestão dos dados das pessoas naturais, especialmente diante dos escândalos de escala global envolvendo o uso indevido de dados pessoais para fins comerciais ou políticos, invasões cibernéticas e o tratamento de dados e perfis para novas tecnologias (*data basis, machine learning, IA etc.*). A LGPD tem como finalidade regular o tratamento de dados pessoais, nos meios digitais ou físicos, realizado por pessoas naturais ou pessoas jurídicas, de direito público ou privado. A LGPD possui, portanto, aplicação abrangente, sendo aplicável às entidades fechadas de previdência complementar (“EFPC”), que, em razão de suas atividades próprias, realizam coleta, acesso e tratamentos diversos de dados pessoais de seus participantes, assistidos, beneficiários e dependentes, além dos próprios colaboradores, dirigentes e fornecedores da entidade. (ABRAPP, 2019, p. 5-6).

Segundo Balera e Raefray (2020), a instrução CVM 592/2017 considera válido o trabalho de robôs investidores e ainda compara suas atuações com a de consultores de valores mobiliários. Os autores ressaltam que esta instrução pode ser aplicada também a assessorias financeiras automatizadas. Eles apontam que a Lei da Inovação de 2004 e o Marco Civil da internet de 2014 não abordam aspectos específicos acerca do uso de IA.

Balera e Raefray (2020) acrescentam que na legislação brasileira não há normas adequadas para lidar com a questão de responsabilização por um prejuízo decorrente de alguma falha cometida por uma IA. Contudo, os autores recomendam, nesses casos, a aplicação tanto do artigo 927 do Código Civil quanto o uso do Código de Defesa do Consumidor para que algum agente seja considerado culpado e possa arcar com o prejuízo.

Entretanto, segundo Borges (2021) o Senado está debatendo uma regulamentação para tratar sobre o uso da IA no Brasil:

O Senado discutiu nesta sexta-feira (16) o Projeto de Lei ([PL 872/2021](#)), que regulamenta o uso da Inteligência Artificial no Brasil. De autoria do senador Veneziano Vital do Rêgo (MDB-PB) e relatada por Eduardo Gomes (MDB-TO), a proposta estabelece princípios como respeito à ética, aos direitos humanos, aos valores democráticos e à diversidade e prevê a proteção da privacidade e de dados pessoais. Ao lembrar que a União Europeia já discute um marco regulatório da Inteligência Artificial, o senador Eduardo Girão (Podemos-CE), que presidiu a sessão, disse que essa tecnologia já está presente nas nossas vidas. Representando o Ministério da Economia, Luís Felipe Monteiro, defendeu mais discussão do projeto. Já Fabrício da Mota Alves, representante do Senado no Conselho Nacional de Proteção de Dados Pessoais e da Privacidade, defendeu uma proposta que tenha efetividade na responsabilização dos atores (BORGES, 2021).

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo visa apresentar as aplicações de aprendizado de máquina em Atuária. Em seguida, serão descritas algumas aplicações de IA utilizadas em EFPC e entidades reguladoras, assim como também outros tipos de tecnologia e serviços.

3.1 Aplicações de aprendizado de máquina em Atuária

Sobre as aplicações de *machine learning* ou aprendizado de máquina em atuária, Richman (2018) afirma que tanto o aprendizado de máquina quanto o aprendizado profundo (*deep learning*) podem ser usados para resolver problemas de regressão, que são problemas muito trabalhados pelas ciências atuariais.

Para Blier-Wong *et al.* (2020), as seguradoras já estão utilizando algoritmos de aprendizado de máquina em seus conjuntos de dados para criação de modelos preditivos. Os atuários normalmente usam o Modelo Linear Generalizado para precificação de seguros, porém a tendência é a de passar a utilizar também o Modelo Aditivo Generalizado, *Gradient Boosting Machine* ou redes neurais.

Os modelos de aprendizagem de máquina podem utilizar dados não estruturados (como imagens, textos, dados geográficos) e transformações não lineares complexas em suas previsões. Portanto, o atuário precisa ficar atento se as relações entre as variáveis e o resultado das previsões estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas agências reguladoras, ou seja, se será possível explicar como ocorreu o processo de escolha de variáveis pelo algoritmo de aprendizado de máquina (BLIER-WONG; COSSETTE; LAMONTAGNE; MARCEAU, 2020).

Os modelos de previsão no campo do seguro que utilizam aprendizado de máquina podem apresentar relações complexas e não lineares entre as variáveis, o que dificultaria a explicação para algum órgão fiscalizador sobre a relação causal entre elas. Alguns modelos podem ignorar a variância dos parâmetros e aumentar a incerteza das previsões. Outro problema seria a utilização de dados protegidos por regulação nas previsões, porém uma solução seria excluí-los da base de dados (BLIER-WONG; COSSETTE; LAMONTAGNE; MARCEAU, 2020).

A empresa *Nicholas Actuarial Solutions* desenvolveu o robô IBNR que combina técnicas de inteligência artificial com técnicas estatísticas para realizar precificação e cálculos de reserva de sinistro. Ele recebe dados de entrada como prêmios ganhos, sinistros pagos e incorridos e em seguida aplica métodos como truncamento da entrada de dados além do limite aceitável e faz o ajuste de compensação de variância. Os cálculos conseguem ser concluídos em minutos (*NICHOLAS ACTUARIAL SOLUTIONS*, 2021).

Levantesi e Pizzorusso (2019) realizaram um estudo de caso estruturado utilizando duas técnicas de aprendizado de máquina chamadas de floresta aleatória e *gradient boosting* para melhorar o ajuste de previsão dos modelos estocásticos de mortalidade pra a população italiana. De acordo com os resultados obtidos, o algoritmo mais eficaz para essa finalidade foi o de floresta aleatória.

Hassani *et al.* (2020) apontam que as seguradoras podem utilizar técnicas de aprendizado de máquina como redes neurais para incluir características individuais na realização de cálculos e previsões de probabilidades condicionais que possam estar associados à mortalidade. Os autores ainda afirmam que o uso de forma conjunta de técnicas de aprendizado de máquina, como aprendizado profundo ou supervisionado e *Big Data*, possuem potencial para a resolução de problemas relacionados à modelagem de risco cibernético.

Lacerda (2017) leciona que *Big Data* é a expressão usada para caracterizar um grande volume dados, estruturados ou não-estruturados, originários de fontes diversas, utilizados para desenvolver análises e ajudar na tomada de decisões de forma mais eficiente operacionalmente, com maior confiança e com reduções de custos e riscos. O autor ainda explica que as tecnologias responsáveis pela produção de dados são chamadas de *Internet of Things* (IoT).

Para o autor, o *Big Data* pode ser extraído da internet, de dados internos das empresas, de dispositivos conectados e sistemas transacionais através de ETL (Extração, Transformação, Carga em lote), de *Web Service* (chamadas em Tempo Real) e *Streaming* (quando ocorre uma produção de dados muito intensa) (LACERDA, 2017).

Lacerda (2017) cita as seguintes aplicações de *Big Data* dentro e fora do mundo atuarial: estratégias de identificação, atração e cancelamento de clientes; estratégias de identificação de abusos, desperdícios, prevenção e detecção de fraudes; detecção para prevenção de pacientes com propensão a desenvolver doenças crônicas e análises de dados de

fontes externas para realização de cálculos mais precisos e assim garantir a solvência de empresas.

Rodrigues (2020) recomenda a utilização de *Big Data* e *machine learning* para realização da estimação do risco de longevidade, relacionado, segundo Silva (2010), ao aumento da expectativa de vida e a sua diferença entre as taxas de mortalidade anteriormente previstas.

3.2 Aplicações de IA e outras tecnologias em EFPC e em Entidades Reguladoras

De acordo com Diniz (2018), alguns dos principais usos de tecnologias da quarta revolução industrial que podem ser utilizadas pelas EFPC são descritos no Quadro 5:

Quadro 5 – Tecnologias da 4ª revolução industrial utilizadas em EFPC

Tecnologia	Descrição
<i>chatbots</i>	robôs capazes de receber perguntas, entender e aprender durante o atendimento a participantes, sem a interferência humana e com a capacidade de realizar simulações de contribuição e benefícios para diferentes perfis
o uso de <i>big data</i>	captura e armazenamento de grandes quantidades de dados
computação cognitiva	computadores com a capacidade de processar dados e aprender de forma similar ao cérebro humano sem a necessidade de que cada ação seja previamente programada
<i>blockchain</i>	base de dados compartilhada e que funciona como uma espécie de índice global para que todo tipo de transações seja feito em um determinado mercado
<i>insurtechs</i>	<i>startups</i> de seguros que vendem previdência complementar no mercado brasileiro

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Diniz (2018).

A ABRAPP e a empresa Conecta em parceria com a LM Ventures organizaram o *hub* (local em que empresas se reúnem para desenvolver atividades) de previdência privada, ocorrido em setembro de 2020, para que entidades e *startups* apresentassem as principais soluções utilizadas por elas para resolver os maiores problemas mapeados pelas EFPC (ABRAPP, 2020).

Algumas das empresas e *startups* que se apresentaram nesse evento destacaram o uso de inteligência artificial em suas atividades. A Allê Invest explicou que utiliza o Robô Advisor para prestar consultoria em gerenciamento de investimentos, e fornece soluções como simuladores de previdência e IA. A InovaMind oferece serviços integrados de cadastro de

clientes, além de utilizar “*big data, analytics, computer vision* e soluções de *machine learning*” (ABRAPP, 2020).

A Oncase realiza a extração de valor dos dados de organizações através do uso de *big data* e *analytics* com o objetivo de minimizar tanto o tempo de análise quanto o tempo de atendimento. A Saffê realiza o pagamento de seguros através da técnica de reconhecimento facial. A Sentimonitor realiza o mapeamento de personalidade através do uso de gráficos e indicadores baseado na IA para detectar a melhor forma de abordar os clientes (ABRAPP, 2020).

Esta pesquisa possibilitou a identificação de 6 casos do uso da IA e outras tecnologias nas EFPC, sintetizados nos subitens dispostos adiante.

3.2.1 Case 1: Sistema Especialista para Serviços de Atendimento (FUSESC), por Cunha (1995)

Cunha (1995), utilizou IA para construir um Sistema Especialista (SE) para realizar serviços de atendimento para participantes da EFPC da Fundação Codesc de Seguridade Social (FUSESC) localizada em Florianópolis.

A implementação do SE foi realizada com o conhecimento adquirido de especialistas através de entrevistas e do ambiente de desenvolvimento KAPPA-PC (utilizando uma combinação de frames e regras de produção: SE condição ENTÃO ação). O SE conta com as seguintes opções no menu:

Quadro 6 – Menu de Opções do Sistema Especialista

Funções	Descrição
Sugestão de Data Hipotética	Determina a melhor data para aposentadoria após informações prestadas pelo participante
Comparação Ativo-Inativo	O participante é capaz de comparar sua situação atual com a situação de não aposentado
Cálculo Hipotético de Suplementação	Realiza previsões de valores de suplementação de aposentadoria para, no máximo, um ano da data corrente
Cálculo de Suplementação	Apresenta informações e gráficos sobre o valor de suplementação de aposentadoria
Atualização / Consultas	Permite que o participante verifique e atualize indicadores financeiros e demais parâmetros

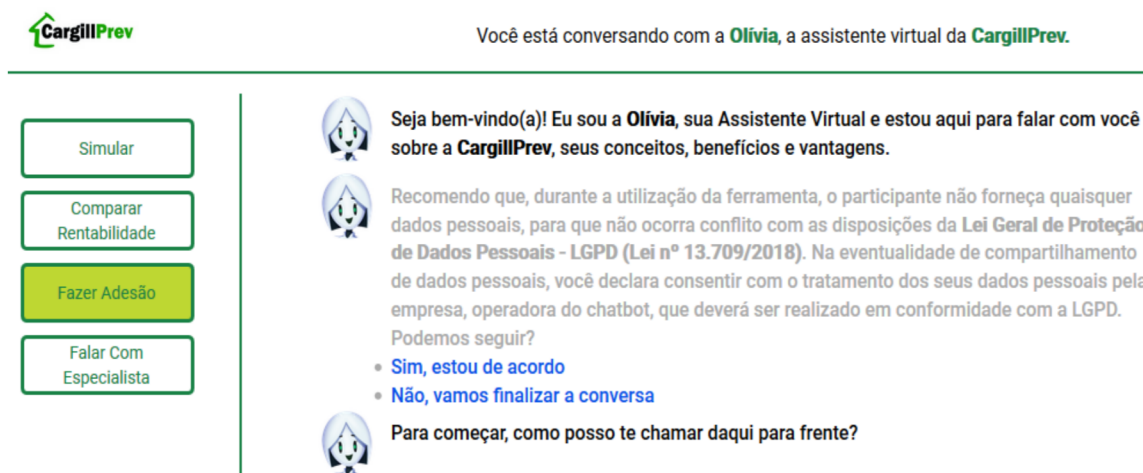
Fonte: Elaboração da autora, a partir de Cunha (1995).

Cunha (1995) ainda acrescenta que o sistema pode receber informações sobre legislação e regulamentos para aumentar seu conhecimento.

3.2.2 Case 2: Chatbot Olívia na EFPC CargillPrev

A CargillPrev é uma entidade fechada de previdência complementar que foi criada em 1988 pela Cargill Agrícola. Localizada em São Paulo, desenvolveu o *chatbot* Olívia em parceria com a Cedro Technologies utilizando técnicas de *machine learning*.

Figura 3 – Tela Chatbot Olívia



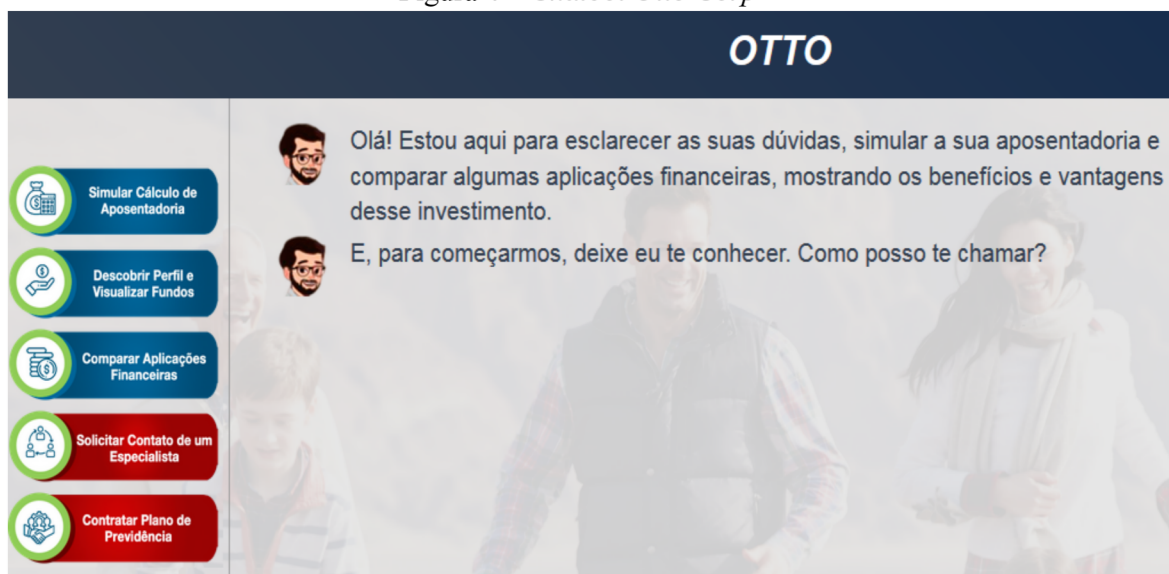
Fonte: CARGILLPREV (2021).

Olívia é uma assistente virtual que trabalha todos os dias e horários respondendo as principais dúvidas dos participantes, inclusive atendendo várias pessoas ao mesmo tempo. Ela se encontra no site da instituição, onde o participante deve clicar para que uma janela de bate-papo seja aberta. Ela utiliza tecnologia de inteligência artificial IBM Watson, realiza interações em linguagem natural através de texto ou fala, além de realizar customização com a finalidade de integrar os sistemas da EFPC. A Olívia apresenta um menu de opções - Simular, Comparar Rentabilidade, Fazer Adesão e Falar com Especialista - , mas entende perguntas feitas em relação a assuntos fora deste menu.

3.2.3 Case 3: Chatbot Otto Corp para atendimento em EFPC

Otto Corp é um *chatbot* desenvolvido pela empresa ViaCognitiva, pertencente ao Grupo V&B *Officeware* e localizada em São Paulo, para realizar atendimento personalizado para participantes de planos de Previdência Complementar Fechada utilizando Inteligência Artificial IBM Watson e *HiPlatform*, conta também com um bando de dados com mais de 2000 perguntas.

Figura 4 – Chatbot Otto Corp



Fonte: OTTOPREV (2021).

Além de tirar dúvidas, ele apresenta as funções: Simulador Cálculo de Aposentadoria, Descobrir Perfil e Visualizar Fundos, Comparar Aplicações Financeiras, Solicitar Contato de um Especialista e Contratar Plano de Previdência.

3.2.4 Case 4: Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras (PIER)

A Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc) está iniciando testes para se integrar à plataforma Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras (PIER) juntamente com o Banco Central do Brasil (BC), a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e a Superintendência de Seguros Privados (SUSEP), utilizando *blockchain*.

O uso dessa tecnologia permite o compartilhamento instantâneo entre as bases de dados dos órgãos participantes desta solução. Através da PIER será possível checar a idoneidade de instituições, a conduta e a capacidade técnica e se está havendo o cumprimento da legislação por parte da instituição pleiteante de pedidos de autorização ao BC, por exemplo. O uso do *blockchain* permite a utilização de assinatura digital, a gravação de dados por encadeamento criptográfico, atualizações apenas com o consenso de todas as entidades e a replicação dos dados em diversos nós para eliminação de um único ponto de falha.

3.2.5 Case 5: Soluções tecnológicas da fintech Sinqia na EFPC Enerprev

A Enerprev (Entidade Fechada de Previdência Complementar do Grupo Energias do Brasil) adquiriu as soluções tecnológicas da *fintech* Sinqia (que possui escritórios em São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba e Florianópolis) para gestão e controle de portfólios através de software e solução em nuvem criados especificamente para gestão de previdência complementar. Portanto, a Sinqia agora é responsável por servidores, conectividade, cuidados com segurança da informação, enquanto participantes e patrocinadoras utilizam os sistemas via web, além de informações gerenciais que são disponibilizadas aos executivos por um módulo de BI (*Business Intelligence*).

3.2.6 Case 6: Consultoria e auditoria atuarial com soluções que utilizam IA

A empresa de consultoria e auditoria atuarial MT ANÁLISE DE RISCOS LTDA (nome fantasia MT ATUARIAL), localizada em Goiânia - GO, fornece soluções aos mercados de previdência, seguros e saúde suplementar há mais de 17 anos. Esta empresa utiliza técnicas de inteligência artificial em seus cálculos e cria painéis gerenciais para os clientes. Para as EFPC as técnicas de inteligência artificial são utilizadas para realizar análises preditivas das taxas puras e para redução da taxa de sinistralidade.

3.2.7 Comparação de Resultados

Os resultados encontrados foram aqui apresentados conforme as informações disponibilizadas publicamente na internet. Entretanto, não foi possível apresentar detalhes

acerca de custos e das dificuldades de implementação das tecnologias, pois tais informações não foram divulgadas. A seguir será apresentado o Quadro 7 comparando os casos encontrados com os conceitos abordados pelos autores ao longo de toda esta pesquisa, assim como seus benefícios:

Quadro 7 – Resultados

Tecnologia	Temas/Autores	Benefícios
Case 1: Sistema Especialista para Serviços de Atendimento (FUSESC), por Cunha (1995)	Tarefas Especialistas por Rosa (2011); Sistema Especialista por: Nilsson (1933) e Magalhães <i>et al.</i> (2021)	Auxiliar no atendimento e esclarecimento de dúvidas. Economia de tempo e de recursos
Case 2: <i>Chatbot</i> Olívia na EFPC CargillPrev	Aprendizado de máquina por Géron (2019); Reconhecimento de fala por Kamath <i>et al.</i> (2019); PLN por: Nilsson (1933) e Bassani (2019)	Auxiliar no atendimento e esclarecimento de dúvidas. Economia de tempo e de recursos
Case 3: <i>Chatbot</i> Otto Corp para atendimento em EFPC	Aprendizado de máquina por Géron (2019) e PLN por: Nilsson (1933) e Bassani (2019)	Auxiliar no atendimento e esclarecimento de dúvidas. Economia de tempo e de recursos
Case 4: Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras (PIER)	Estudo inteligente de base de dados por Nilsson (1933) e Lobo (2017); <i>Big Data</i> por: Lacerda (2017) e Diniz (2018); <i>Blockchain</i> por Diniz (2018)	Mais agilidade e maior confiabilidade na prestação de informações entre as entidades participantes da solução
Case 5: Soluções tecnológicas da <i>fintech</i> Sinqia na EFPC Enerprev	<i>Insurtechs/Startups</i> por Diniz (2018)	Redução de custos devido a terceirização de serviços
Case 6: Consultoria e auditoria atuarial com soluções que utilizam IA	Previsões em geral por Géron (2019) e Blier-Wong <i>et al.</i> (2020)	Cálculos mais rápidos e precisos

Fonte: Elaboração da autora

É possível perceber que os casos que tratam especificamente acerca do uso de IA em EFPC foram o 1, 2, 3 e 6. Os casos que utilizaram outros tipos de tecnologia e serviços foram o 4 e o 5. Os 3 primeiros casos estão relacionados com a parte de atendimento realizada pelas EFPC. Apenas no último caso a IA é utilizada para a realização de cálculos. Portanto, o uso da IA em EFPC está mais voltado para o atendimento ao público.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa investigou como as técnicas de IA estão sendo utilizadas nas EFPC, apresentou o que as normas brasileiras afirmam acerca do uso de tecnologias, em geral, e de IA nas atividades das EFPC. Também apresentou casos de uso da IA na Atuária. E, por fim, apresentou casos de aplicação tanto de IA quanto de outras tecnologias consideradas disruptivas em EFPC.

A inteligência artificial e suas técnicas, mais especificamente o aprendizado de máquina, são utilizadas para resolver problemas de empresas de diversos ramos de atuação e isso não seria diferente no segmento da previdência complementar e no mercado de trabalho atuarial relacionado.

Dentre os principais achados, verificou-se que a IA vem sendo utilizada nas EFPC de forma ainda modesta, principalmente através do uso de robôs investidores, *chatbots* para atendimento às demandas das EFPC e na previsão e redução de taxas. Além destas, identificou-se a utilização de tecnologias diversas como *blockchain*, *Big Data*, computação cognitiva e o uso de serviços de *insurtechs*.

Convém ressaltar que tais resultados são limitados por terem sido oriundos apenas do que foi publicado na internet em documentos especializados ou trabalhos acadêmicos, quando as EFPC podem utilizar ou desenvolver IA e outras tecnologias de forma interna ou restrita, sem necessariamente ter havido divulgação.

Verificou-se que o Brasil não dispõe de regras específicas e gerais relacionadas ao uso das técnicas de IA em EFPC, apenas o Projeto de Lei 872/2021. Não obstante, as EFPC devem estar atentas ao conteúdo das normas já vigentes no país, como o presente na Resolução CNPC nº 26, de 13 de setembro de 2017, na Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, denominada de Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), na CVM 592/2017, no artigo 927 do Código Civil e no Código de Defesa do Consumidor.

O potencial de utilização das técnicas de IA em EFPC é alto e, pelo que foi levantado, sua utilização pode dar-se tanto no contato direto com os possíveis clientes e/ou participantes ativos e assistidos dos planos de benefícios já existentes como no processamento de dados para elaboração de novos planos.

Em relação aos atuários que trabalham no mercado segurador, de forma geral, observou-se que eles já vêm se beneficiando dos usos da IA para a realização de cálculos de regressões, cálculos de precificação e o desenvolvimento de modelos preditivos realizados de forma mais rápida e mais precisa.

Desse modo, espera-se que esta pesquisa possa contribuir com a difusão do conhecimento relativo ao uso da IA por parte das EFPC brasileiras, bem como inspirar estudantes e profissionais de atuária a buscar o conhecimento das técnicas de aprendizado de máquina que possam agregar maior acurácia e agilidade em suas atividades.

Para pesquisas futuras, sugere-se a apresentação específica do uso da IA em alguma EFPC na forma de um estudo de caso e a investigação de como as técnicas de IA têm sido abordadas pelas faculdades nos Cursos de Ciências Atuariais para que os estudantes possam, cada vez mais, contribuir com o setor.

REFERÊNCIAS

ALGORITMOS de aprendizado de máquina: Uma introdução à matemática e à lógica por trás do aprendizado de máquina. **AZURE**, 2021. Disponível em:

<https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/machine-learning-algorithms/#overview>. Acesso em: 15 ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR. **Guia Referencial da Lei Geral de Proteção de Dados para Entidades Fechadas de Previdência Complementar**. 2019. Disponível em:

<https://www.abrapp.org.br/produto/guia-referencial-da-lei-geral-de-protecao-de-dados-para-entidades-fechadas-de-previdencia-complementar/>. Acesso em: 02 jul. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR. **Startups apresentam soluções em Day One do Hupp**. 2020.

Disponível em: <https://blog.abrapp.org.br/tag/hub/>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BALERA, W.; RAEFFRAY, A. P. O. de. A Previdência Complementar e a Saúde Suplementar Diante da Inteligência Artificial. **Estudos Sobre A Previdência Complementar e A Saúde Suplementar**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 12-24, out. 2020. Disponível em:

<https://www.ipcom.org.br/noticias/lancamento-ebook-estudos-sobre-previdencia-complementar-e-saude-suplementar-volume-2/>. Acesso em: 24 jul. 2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Plataforma que usa *blockchain* para autorizações no sistema financeiro entra em funcionamento**. Disponível em: <

<https://www.bcb.gov.br/detalhenoticia/431/noticia> >. Acesso em: 23 jul. 2021.

BASSANI, H. F. O Impacto da Aprendizagem Profunda na Sociedade e Academia. **Revista da Sociedade Brasileira da Computação: Computação Brasil**, Porto Alegre, v. 39, n. 1, p. 11-14, abr. 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/publicacoes-2/298-computacao-brasil>.

Acesso em: 06 set. 2021.

BLIER-WONG, C.; COSSETTE, H.; LAMONTAGNE, L.; MARCEAU, E. Machine Learning in P&C Insurance: a review for pricing and reserving. **Risks**, Basel, v. 9, n. 4, p. 2-26, dez. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9091/9/1/4>. Acesso em: 09 jun. 2021.

BORGES, I. F. Senado debate regulamentação da inteligência artificial. **Senado Federal**, 2021. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2021/07/16/senado-debate-regulamentacao-da-inteligencia-artificial>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BORGES, V. Site Via Cognitiva. **Uma Experiência Incrível de Atendimento aos Participantes de Planos de Previdência Complementar Fechada**, Setembro de 2019. Disponível em:

<https://www.viacognitiva.com.br/single-post/2020/09/03/Uma-experi%C3%Aancia-incr%C3%ADvel-de-atendimento-aos-participantes-de-planos-de-Previd%C3%Aancia-Complementar-Fechada>. Acesso em: 23 jul. 2021.

BRADSKI, G.; KAEHLER, A. **Learning OpenCV**: computer vision with the opencv library. Cambridge: O'Reilly Media, 2008.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991**.

Brasília, DF, 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8212cons.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**.

Brasília, DF, 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 9.717, de 27 de novembro de 1998**.

Brasília, DF, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9717.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Complementar nº 108, de 29 de maio de 2001**. Brasília, DF, 2001a. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp108.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Complementar nº 109, de 29 de maio de 2001**. Brasília, DF, 2001b. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp109.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 10.887, de 18 de junho de 2004**.

Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.887.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 12.618, de 30 de abril de 2012**.

Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12618.htm. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Fazenda, Gabinete do Ministro. **Resolução nº 26, de 13 de setembro de 2017**. Brasília, DF, 2018. Disponível em:

https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/8737599/do1-2018-04-03-resolucao-n-26-de-13-de-setembro-de-2017-8737595. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia, Subsecretaria do Regime de Previdência Complementar.

Fundos de Pensão: coletânea de normas. Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-complementar/mais-informacoes/arquivos/coletaneadenormas_20-12.pdf. Acesso em: 02 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria da Previdência. **Glossário**. Brasília, DF, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-complementar/mais-informacoes/glossario>. Acesso em: 24 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. **Relatório Gerencial de Previdência Complementar**. Brasília, DF, 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-complementar/mais-informacoes/arquivos/relgersurpc_2021-02b.pdf. Acesso em: 28 ago. 2021.

CARGILLPREV. **Chatbot Olívia**. Disponível em: <https://www.cargillprev.com.br/index.php>. Acesso em: 23 jul. 2021.

COLOMBINI, E. L.; SIMÕES, A. da S. Robótica e Aprendizado de Máquina: Uma Caminhada Lado a Lado. **Revista da Sociedade Brasileira da Computação**: Computação Brasil, Porto Alegre, v. 39, n. 1, p. 25-28, abr. 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/publicacoes-2/298-computacao-brasil>. Acesso em: 07 set. 2021.

CUNHA, F. dos S. **Um Sistema Especialista para Previdência Privada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

10 melhores exemplos de uso de inteligência artificial. **Olhar Digital**, 2019. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2019/12/12/noticias/melhores-exemplos-de-uso-de-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

DINIZ, D. **A Inteligência Artificial Como Diferencial Competitivo**. Revista da Previdência Complementar da ABRAPP, São Paulo, N 416, 15-20, junho/2018. Disponível em: <https://biblioteca.sophia.com.br/terminal/9147/acervo/detalhe/21961?guid=1629849007831&returnUrl=%2fterminal%2f9147%2fresultado%2flistar%3fguid%3d1629849007831%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d21961%2321961&i=8>. Acesso em: 23 jul. 2021.

DINIZ, G. S. Gestão de Risco Financeiro nas Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) no Brasil. **Boletim Economia Empírica**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 35-37, abr. 2020. Disponível em: <https://portal.idp.emnuvens.com.br/bee/issue/view/201>. Acesso em: 24 jul. 2021.

ESTUDO da BSA ilustra o impacto mundial da revolução de dados. **BSA**, 2015. Disponível em: <https://www.bsa.org/pt/noticias-e-eventos/comunicados-de-imprensa/estudo-da-bsa-ilustra-o-impacto-mundial-da-revolucao-de-dados>. Acesso em: 25 jun. 2021

GÉRON, A. **Mãos à Obra: Aprendizado de Máquina com Scikit-Learn & TensorFlow**: conceitos, ferramentas e técnicas para a construção de sistemas inteligentes. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em:
http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63, abril 1995. Disponível em:
<https://rae.fgv.br/rae/vol35-num2-1995/introducao-pesquisa-qualitativa-suas-possibilidades>. Acesso em: 11 mar. 2021.

GONÇALVES, L. M. G.; CLUA, E. Aprendizado de Máquina Encontra Visão Computacional. **Revista da Sociedade Brasileira da Computação**: Computação Brasil, Porto Alegre, v. 39, n. 1, p. 29-32, abr. 2019. Disponível em:
<https://www.sbc.org.br/publicacoes-2/298-computacao-brasil>. Acesso em: 06 set. 2021.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep Learning**. Massachusetts: Mit Press, 2016.

GRUS, J. **Data Science do zero**: primeiras regras com Python. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

HASSANI, H; UNGER, S.; BENEKI, C. Big Data and Actuarial Science. **Big Data And Cognitive Computing**, [s. l], v. 4, n. 40, p. 1-29, dez. 2020. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/2504-2289/4/4/40>. Acesso em: 14 ago. 2021.

IBNR Robot Automating Actuarial Work. **Nicholas Actuarial Solutions**, 2021. Disponível em: <https://www.n-actuarial.com/about>. Acesso em: 02 jul. 2021.

IDC's Global DataSphere Forecast Shows Continued Steady Growth in the Creation and Consumption of Data. **International Data Corporation - IDC**. 2020. Disponível em: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46286020>. Acesso em: 25 jun. 2021.

INTELIGÊNCIA artificial (IA). **IBM Cloud Education**, 2020. Disponível em:
<https://www.ibm.com/br-pt/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence#toc-o-que--int-u4oi6cbz>. Acesso em: 24 jun. 2021.

INTRODUÇÃO ao Aprendizado de Máquina. **IBM**, 2021. Disponível em:
<https://www.ibm.com/br-pt/analytics/machine-learning>. Acesso em: 15 ago. 2021.

JORDAN, M. I.; MITCHELL, T.M. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. **Science**, v. 349, p.255-260. 2015. Disponível em:

<https://science-sciencemag-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/content/349/6245/255>. Acesso em: 01 jun. 2021.

KAMATH, U.; LIU, J.; WHITAKER, J. **Deep Learning for NLP and Speech Recognition**. New York: Springer, 2019.

LACERDA, R. W. A Nova Revolução com o Big Data. **Revista Brasileira de Atuária: A Revolução do Big Data**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 36-48, dez. 2017. Disponível em: <https://www.atuarios.org.br/publicacoes>. Acesso em: 15 ago. 2021.

LEE, K.-F. **Inteligência Artificial**: como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos relacionamos, trabalhamos e vivemos. Rio de Janeiro: Globo S.A., 2019.

LEVANTESI, S.; PIZZORUSSO, V. Application of Machine Learning to Mortality Modeling and Forecasting. **Risks**, Basel, v. 7, n. 26, p. 1-19, fev. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9091/7/1/26/htm>. Acesso em: 14 ago. 2021.

LIMA, A. V. de; KONRAD, J. A transição demográfica no Brasil e o impacto na previdência social. **Boletim Economia Empírica**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 25-34, abr. 2020. Disponível em: <https://portal.idp.emnuvens.com.br/bee/issue/view/201>. Acesso em: 24 jul. 2021.

LOBO, L. C. Inteligência Artificial e Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 41, p. 185-193, jun. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/f3kqKJjVQJxB4985fDMVb8b/abstract/?stop=previous&lang=pt&format=html>. Acesso em: 06 set. 2021.

MAGALHÃES, L. L.; BORGES, P. C. R.; PEREIRA, R. S. Resenha: “protótipo de um sistema especialista para classificar o nível de competitividade de uma microempresa de serviço”. **Jrg de Estudos Acadêmicos**, Brasília, v. 4, n. 4, p. 1-5, ago. 2021. Disponível em: <http://www.revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/299/387>. Acesso em 07 set. 2021.

MEDEIROS, M. L. Governança, accountability, inovação e planejamento devem caminhar juntos em uma EFPC: aprenda com a experiência dos vikings. **Previdência Complementar: Envelhecimento, Baixo crescimento e taxas de juros: desafios comuns aos sistemas europeus**, São Paulo, n. 412, p. 119-123, out. 2017. Disponível em: <https://biblioteca.sophia.com.br/terminal/9147/acervo/detalhe/21810?guid=1629848842662&returnUrl=%2fterminal%2f9147%2fresultado%2flistar%3fguid%3d1629848842662%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d21810%2321810&i=2>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MOSER, R. R. **Avaliação de redes neurais para a geração de imagens**. 2018. 141 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/192169>. Acesso em: 07 set. 2021.

MT ATUARIAL. **Soluções**: Entidade Fechada de Previdência Complementar. Disponível em: <https://www.mtatuarial.com.br/>. Acesso em: 09 ago. 2021.

NILSSON, N. J. **Principles of Artificial Intelligence**. Palo Alto: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1933.

OMATI, M. L. V. **Otimização em grids em N estágios**. 2012. 77 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia). Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/12542>. Acesso em: 27 ago. 2021.

ORACLE. **O que é inteligência artificial – IA?**. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/>. 2021. Acesso em: 25 ago. 2021.

OTTOPREV. **Chatbot Otto**. Disponível em: <https://www.ottoprev.com.br/>. Acesso em: 12 set. 2021.

PERISSÉ, C.; MARLI, M. Caminhos para uma melhor idade. **Retratos**: A revista do IBGE, Rio de Janeiro, v. 3, n. 16, p. 19-24, fev. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/revista-retratos.html>. Acesso em: 24 jul. 2021.

PREVIC (SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR). **Relatório de Estabilidade da Previdência Complementar**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/orgaos/entidades-vinculadas/autarquias/previc/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorio-de-estabilidade-da-previdencia-complementar-rep/relatorio-de-estabilidade-da-previdencia-complementar-julho-de-2020-2-2.pdf/view>. Acesso em: 24 ago. 2021.

PREVIC (SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR). **Guia Previc de Melhores Práticas Atuariais**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/orgaos/entidades-vinculadas/autarquias/previc/centrais-de-conteudo/noticias/guia-previc-de-melhores-praticas-atuariais>. Acesso em: 26 jul. 2021.

PREVIC (SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR). **6º Edição do Relatório de Estabilidade da Previdência Complementar (REP) - Junho de 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/orgaos/entidades-vinculadas/autarquias/previc/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorio-de-estabilidade-da-previdencia-complementar-rep/6deg-edicao-do-relatorio-de-estabilidade-da-previdencia-complementar-rep-junho-de-2021.pdf/view>. Acesso em: 28 ago. 2021.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2a ed. Rio Grande do Sul - Universidade Feevale, 2013.

RIBAS, P. **Cedro Tecnologia: Olá, Você Conhece Olívia?**. Abril de 2018. Disponível em: <https://blog.cedrotech.com/ola-voce-conhece-olivia/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

RICHMAN, R. **AI in actuarial science**. In: Actuarial Society of South Africa's 2018 Convention, 10, Cape Town International Convention Centre, p. 24–25, 2018. Disponível em: <https://www.actuarialsociety.org.za/convention/wp-content/uploads/2018/10/2018-Richman-FI N.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2021.

RODRIGUES, R. M. Risco de Longevidade Um desafio no Horizonte dos Fundos de Pensão. **Revista Brasileira de Atuária**: Como a mudança de comportamento provocado pela pandemia da Covid-19 impacta os riscos e o cálculo atuarial? O Novo Normal, Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, p. 50-57, dez. 2020. Disponível em:

http://atuarios.org.br/uploads/documentos/Atuaria_2020_1612_DUPLAS.pdf. Acesso em: 28 ago. 2021.

ROSA, J. L. G. **Fundamentos da Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

RUSSEL, S.; NORVIG, P.; **Artificial Intelligence: A Modern Approach**.

4a ed. Pearson, 2020.

SALAZAR, J. de J. R.; BOADO-PENAS, M. del C. Scoring and prediction of early retirement using machine learning techniques: application to private pensions plans. **Dialnet**, Liverpool, v. 25, n. 4, p. 119-145, nov. 2019. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7287244>. Acesso em: 26 jun. 2021.

SAMPAIO, I. G. B.; BERNARDINI, F. C.; CARVALHO, A. M. P.; ANDRADE, E. O.; VITERBO FILHO, J. Avaliação de Modelos de Predição e Previsão Construídos por Algoritmos de Aprendizado de Máquina em Problemas de Cidades Inteligentes.

In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2019, Aracajú, SE. **Minicurso...**

Aracajú: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2019. Disponível em:

<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/book/33>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SILVA, F. L. da. **Impacto do Risco de Longevidade em Planos de Previdência**

Complementar. 2010. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-29112010-182036/publico/TeseFabianaLopes.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2021.

SILVA, S. F. da. **Escolha Intertemporal em Previdência Privada: Um Estudo de Caso num Plano de Contribuição Variável**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia e Previdência, Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em:

<https://repositorio.unb.br/handle/10482/11346>. Acesso em: 15 ago. 2021.

SINQUIA. **Enerprev Adquire Solução Completa da Sinqia**. Sinqia Institucional, 2019.

Disponível em: <https://www.sinqia.com.br/cases/enerprev/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

VIEIRA, R.; LOPES, L. Processamento de Linguagem Natural e o tratamento computacional de linguagens científicas. In: PERNA, Cristina Lopes; DELGADO, Heloísa

Koch.; FINATTO, Maria José. (Org.). **Linguagens especializadas em corpora**: modos de dizer e interfaces de pesquisa. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010, p. 183-201.