



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Informática

Sistemas de Informação

Yasmine Conceição Pereira dos Santos

Desafios e Impacto da Inteligência Artificial na Medicina

Trabalho de Graduação

Pernambuco

12 de Julho de 2017

Yasmine Conceição Pereira dos Santos

Desafios e Impacto da Inteligência Artificial na Medicina

Trabalho de Graduação apresentado ao programa de Graduação em Sistemas de Informação, SI, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Graduação em Sistemas de Informação

Orientador: José Carlos Cavalcanti

Pernambuco
12 de Julho de 2017

Yasmine Conceição Pereira dos Santos

Desafios e Impacto da Inteligência Artificial na Medicina/ Yasmine Conceição Pereira dos Santos. – Pernambuco, 12 de Julho de 2017-

56 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: José Carlos Cavalcanti

Trabalho de Graduação – **Universidade Federal de Pernambuco**

Centro de Informática

Sistemas de Informação , 12 de Julho de 2017.

IMPORTANTE: ESSE É APENAS UM TEXTO DE EXEMPLO DE FICHA CATALOGRÁFICA. VOCÊ DEVERÁ SOLICITAR UMA FICHA CATALOGRÁFICA PARA SEU TRABALHO NA BIBLIOTECA DA SUA INSTITUIÇÃO (OU DEPARTAMENTO).

Dedico este trabalho a minha avó, Antônia Santos, por todo o apoio e exemplo de força.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu nada seria.

Agradeço a minha família, minha base, por sempre acreditar e cuidar de mim.

A minha vó por todo o apoio durante o curso, pelo carinho e força para que eu nunca parasse “no meio do caminho”.

A minha mãe, Analice Conceição, por estar sempre ao meu lado me ajudando da melhor forma que possível.

A meu esposo e amor, Mike Rodrigues, por ser meu apoio todos os dias e dividir comigo o peso da vida adulta, sempre parceiro e pilar onde sei que posso me encostar.

Ao meu filho, Daniel Rodrigues, por existir e me fazer experimentar a forma mais poderosa do amor.

Aos demais familiares que contribuíram para meu crescimento pessoal e intelectual. Em especial, Hávila Lais, Hatos Victor e Vânia da Conceição.

Aos meus amigos da faculdade, pela parceria e bons momentos.

Ao meu orientador José Carlos Cavalcanti, por toda a calma que me passou e pela disponibilidade para ajudar neste trabalho.

Agradeço a minhas grandes amigas Beatriz Sena e Sandrine Ventura, grandes parceiras tanto na vida acadêmica quanto na vida pessoal, por estarem sempre ao meu lado me dando forças e me fazendo sorrir.

Também agradeço a meus colegas de trabalho na Hemobrás pelo apoio nesta fase do curso.

Ao Centro de Informática (CIn-UFPE) e seus professores e funcionários.

Por fim, gostaria de agradecer imensamente a todos aqueles que colaboraram para que eu pudesse concluir essa jornada!

Resumo

A Inteligência Artificial é vista como um fenômeno tecnológico importante para o desenvolvimento de novas ideias e a resolução de antigos problemas e provocará uma grande mudança na vida das pessoas e empresas. Com a aprendizagem de máquina, deep learning e análise de dados é possível fazer com que máquinas fiquem cada dia aptas para executar tarefas e resolver problemas antes inerentes apenas à percepção humana. Muito versátil, a IA pode ser aplicada em diversas áreas, trazendo grandes resultados positivos quando combinada à medicina. Inteligência artificial em medicina, apesar da promessa de benefícios, representa também uma ameaça para algumas funções antes executadas por determinados profissionais, como a radiologia, bem como precisa transpor alguns desafios, tanto técnicos quanto regulamentares, antes de se consolidar como uma tecnologia do dia a dia das pessoas. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo trazer para a discussão, através da análise qualitativa e exploratória, os desafios que a IAM tem pela frente e quais os benefícios que oferece a população quando realizada e aplicada.

-

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Medicina; Tecnologia em saúde; Inteligência Artificial em Medicina; Cuidados com a saúde.

Abstract

Artificial Intelligence is seen as an important technological phenomenon to the development of new ideas and the solution of old problems and will cause a great change in both, people and companies, lives. With Machine Learning, Deep Learning and Data Analysis is possible to make machines to improve day-at-day in task execution and to solve problems before present only in human perception. Very versatile, AI can be applied in many areas, bringing big positive results when combined with Medicine. Artificial Intelligence in Medicine, despite the promises of benefits, also represents a threat to some functions done by some professionals, like radiology, as well needs to pass through some challenges, both technical and regulations, before consolidate like a day-to-day technology in peoples lives. In this sense, this work has objective bring to discussion, through qualitative and exploratory analysis, the challenges that AIM has ahead and what benefits it brings to the population when fulfilled and applied.

-

Key-words: Artificial Intelligence; Medicine; Health Technology; Artificial Intelligence in Medicine; Health Care.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Site proMED-mail	43
Figura 2 – Percentual de aceitação de cuidados IAM	47
Figura 3 – Percentual de aceitação de cirurgia realizada por robôs	48
Figura 4 – Percentual de aceitação por faixa etária	49

Lista de tabelas

Tabela 1 – Definições de IA. Fonte: Inteligência Artificial, Stuart Russell	15
Tabela 2 – Benefícios oferecidos pela IAM. fonte: <i>TechEmergence</i> em https://www.techemergence.com	29
Tabela 3 – Passos da Medicina baseada em evidências. Fonte: <i>Opportunities for Business Intelligence and Big Data Analytics In Evidence Based Medicine</i>	36

Lista de abreviaturas e siglas

AM	Aprendizado de Máquina
DA	Data Analytics
DL	Deep Learning
IA	Inteligencia Artificial
IAM	Inteligência Artificial em Medicina
PLN	Processamento de Linguagem Natural

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Motivação	12
1.2	Objetivo	13
1.3	Metodologia	13
1.4	Estrutura do Documento	14
2	A Inteligência Artificial e suas vertentes	15
2.1	Inteligência Artificial	15
2.1.1	Inteligência Ubíqua	16
2.1.2	Inteligência Assistida	16
2.1.3	Inteligência Aumentada	17
2.1.4	Inteligência Autônoma	18
2.2	Considerações Finais	18
3	Aprendizado de Máquina e Análise de dados	20
3.1	Aprendizagem de Máquina	20
3.1.1	Aprendizagem Supervisionada	22
3.1.2	Aprendizagem não supervisionada	22
3.2	Deep Learning	23
3.2.1	Processamento de imagem	24
3.2.2	Análise Preditiva	24
3.2.3	Processamento de Linguagem Natural	25
3.3	Análise de Dados	25
3.4	Considerações Finais	26
4	Possíveis avanços da medicina com a introdução da Inteligência Artificial	27
4.1	A Medicina	27
4.2	Inteligência Artificial em Medicina	27
4.2.1	Medicina e o aprendizado de máquina	31
4.2.2	Deep Learning Aplicado em Medicina	33
4.2.2.1	Reconhecimento de Imagens	33
4.2.2.2	Aplicações em Processamento de Linguagem Natural	34
4.2.3	Análise de dados e medicina	34
4.2.3.1	Análise de dados médicos Baseada em Evidências	35
4.2.3.2	Aplicações de Análise Preditiva	38

4.3	Considerações Finais	39
5	Aplicações Promissoras	40
5.1	Identificação e diagnóstico de doenças	40
5.2	Tratamento personalizado / modificação comportamental	40
5.3	Descoberta e fabricação de drogas	41
5.4	Teste de investigação clínica	42
5.5	Aplicação em Radiologia e Radioterapia	42
5.6	Registros eletrônicos inteligentes	42
5.7	Previsões Epidêmicas	43
5.8	Processamento de Imagem	44
5.8.1	Aplicações em Oncologia	44
5.9	Tipos de análise de dados na área de cuidados com a saúde	44
5.10	Considerações Finais	45
6	Impactos e desafios enfrentadas pela IAM	46
6.1	Impactos e desafios	46
6.2	O medo do desemprego	46
6.3	A falta de conhecimento	47
6.4	A regulamentação	50
6.5	O problema em torno dos dados	50
6.6	Problemas ligados à implantação	51
6.7	IAM representa boa saúde para todos	51
7	Conclusão	53
7.1	Trabalhos Futuros	54
	Referências	55

1 Introdução

Neste capítulo, será feita uma introdução sobre este Trabalho de Graduação. Na Seção 1.1, há uma discussão sobre a motivação para o desenvolvimento. Na Seção 1.2, são apresentados os objetivos específicos que se deseja alcançar. A Seção 1.3 explica a metodologia utilizada. A seção 1.4 contém como o trabalho foi organizado.

1.1 Motivação

Inteligência artificial (IA), que é a inteligência similar à humana reproduzida através de mecanismos e dispositivos eletrônicos, é um tema que está cada dia mais forte e evidente em nosso cotidiano e, desde os primeiros momentos da história da computação, cientistas têm sonhado com idéia de criar um “cérebro eletrônico”. Segundo Elaine Rich (RICH, 1988), Inteligência Artificial é o estudo de como fazer os computadores realizarem tarefas em que, no momento, as pessoas são melhores (DIRENE, –).

Médicos e pessoas envolvidas com saúde também foram cativados desde cedo pelo poder que a tecnologia IA poderia exercer na medicina, onde os campos de pesquisas são praticamente intermináveis. Existe esperança na criação de um “cérebro eletrônico”, que poderiam se tornar os chamados “médicos artificiais”, auxiliando-os na obtenção de diagnósticos (COIERA, 1998).

Partindo das motivações em relação à grande influência que a inteligência artificial poderia ter na medicina, os profissionais da saúde se uniram aos profissionais de ciência da computação para criar uma nova área de pesquisa, a IAM (Inteligência Artificial em Medicina).

Os pesquisadores Clancey e Shortliffe, em uma revisão sobre o tema em 1984, deram a seguinte definição à IAM: “Inteligência Artificial médica se preocupa primariamente com a construção de programas de IA que realizam diagnósticos e fazem recomendações terapêuticas.” (GONÇALVES, 2017).

Atualmente houve um imenso avanço na coleta de dados úteis de dispositivos de monitoramento pessoal e aplicativos móveis, de registros de saúde eletrônicos (EHR) em configurações clínicas e de robôs cirúrgicos projetados para auxiliar com procedimentos médicos e serviços que apoiam operações hospitalares. As aplicações baseadas em IA podem ajudar a melhorar a saúde e a qualidade de vida de milhões de pessoas nos próximos anos.

Embora as aplicações clínicas sejam lentas em sair do laboratório de informática para o mundo real, há sinais de que o ritmo da inovação vai aumentar. Os avanços

na medicina auxiliada por IA podem ser promovidos através do desenvolvimento de incentivos e mecanismos de partilha de dados, além da superação de obstáculos políticos, regulamentares e comerciais. É importante ressaltar que os avanços na forma como as máquinas inteligentes interagem naturalmente com cuidadores, pacientes e famílias de pacientes são cruciais.(STONE et al., 2016)

IA aplicada à medicina tem potencial para ajudar médicos a traçarem melhores planos de tratamento para seus pacientes, fornecendo todas as informações necessárias para a tomada de uma boa decisão. Podemos dizer que o futuro da medicina esta atrelada à análise de dados coletados diariamente pelos dispositivos citados anteriormente, conhecido como Healthcare Analytics.

A análise de dados que, além de conter informações sobre dados clínicos como pressão arterial, níveis de glicose, peso, ingestão de medicamentos e da saúde geral dos pacientes, pode gerar informações para que os médicos dos pacientes, entes queridos e cuidadores possam melhorar a vigilância sobre eles e fornecer cuidados pró-ativos, mesmo a centenas de quilômetros de distância, bem como ajudam na identificação mais rápida de surtos ou doenças, além de acelera a fabricação de novos medicamentos, e auxiliar na medicina personalizada com base na composição de DNA individual.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo geral a abordagem, de forma simples e didática, de conceitos e aplicações da Inteligência Artificial quando combinada a procedimentos e cuidados médicos. Estes conceitos e seus benefícios apesar de já bem conhecidos por pesquisadores e a maioria dos médicos intusiastas de tecnologia, ainda enfrentam algumas dificuldades para entrar no mercado por falta de entendimento e conhecimento do público envolvido. O principal objetivo deste trabalho é investigar as dificuldades e barreiras que estão no caminho da fusão da Inteligência Artificial com a Medicina, cobrindo aspectos como:

- Conceitualização das tecnologias em foco.
- Aplicações da fusão nos cuidados com a saúde.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho consiste em uma pesquisa baseada em um revisão bibliográfica do tema, que ainda é um tanto disperso na literatura, sendo encontrado na literatura estrangeira. Incluindo pesquisas documentais e exploratórias, havendo a investigação por meios de documentos que relatam a realidade presente

e passada do tema, restringindo os objetivos e buscando mais informações sobre a Inteligência Artificial quando aplicada na área de cuidados com a saúde, focando nos desafios e impactos da aplicação da IA na medicina.

Portanto, foram feitas diversas pesquisas para a familiarização com o tema a fim de encontrar fatos que comprovem as questões abordadas neste trabalho de graduação. Sendo os documentos utilizados uma compilação de trabalhos publicados em revistas científicas, livros especializados e conteúdo online que apresentassem dados de pesquisas recentes.

Sendo o tema deste trabalho ainda um pouco disperso na literatura, foi necessário a análise de maneira separada na literatura estrangeira para que depois os pontos citados fossem unificados em um estudo. A princípio foi feito uma espécie de brainstorm geral sobre Inteligência Artificial e depois foi escolhido o caminho a ser seguido, aplicação da IA em cuidados com a saúde, e nesta orientação chegou ao tema Impactos da Inteligência Artificial na Medicina.

1.4 Estrutura do Documento

Os próximos capítulos deste trabalho estão estruturados da seguinte forma: no Capítulo 2, são apresentados conceitos relacionados a Inteligencia Artificial e suas vertentes. No Capítulo 3, definição de Aprendizagem de máquina, análise de dados e algumas de suas aplicações, no Capítulo 4 serão combinados os conceitos e apresentados nos capitulos anteriores juntamente com um breve conceito de Medicina e a sua fusão com as tecnologias abordadas. No Capítulo 5, são expostas as aplicações da fusão. No capítulo 6 será abordado impactos e dificuldades enfrentadas pela fusão da Medicina e a IA. E, por fim, no capítulo 7 estão presentes a conclusão deste trabalho e possíveis trabalhos futuros relacionados ao tema.

2 A Inteligência Artificial e suas vertentes

Este capítulo aborda os principais conceitos relacionados à Inteligência Artificial e de suas vertentes e conceitos atrelados.

2.1 Inteligência Artificial

Tecnologia que vem, a cada dia, ganhando mais espaço em todos os campos, desde a área de segurança pública até a área de cuidados com a saúde, a inteligência artificial (IA) vem mudando e, por muitas vezes, melhorando de maneira global, a forma como o ser humano faz várias atividades, incluindo se comunicar e trabalhar.

O termo Inteligência Artificial foi usado pela primeira vez na segunda conferência Dartmouth, em 1956, que foi organizada por John McCarthy, um dos fundadores da IA. A maioria das definições de IA gira em torno de “simulação de comportamento inteligente por computadores”. No livro Inteligência Artificial de Stuart Russell e Peter Norvig (RUSSELL; NORVIG, 2013) encontramos algumas definições divididas entre Sistemas que pensam como seres humanos, Sistemas que pensam racionalmente, Sistemas que atuam como seres humanos e Sistemas que atuam racionalmente, como podemos ver na tabela 1.

Tabela 1 – Definições de IA. Fonte: Inteligência Artificial, Stuart Russell

<i><u>Sistemas que pensam como seres humanos</u></i>	<i><u>Sistemas que pensam racionalmente</u></i>
“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem. . . máquinas com mentes, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)	“Os estudos das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)
“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como tomada de decisões, resolução de problemas, o aprendizado. . .” (Bellman, 1978)	“O estudo das computações que torna possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)
<i><u>Sistemas que atuam como seres humanos</u></i>	<i><u>Sistemas que atuam racionalmente</u></i>
“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)	“A Inteligência Computacional é o estudo de projeto de agentes inteligentes.” (Poole et al., 1998)

A IA é baseada em algoritmos que manipulam dados, que é sua força motriz. Os algoritmos utilizados em IA são compostos de três principais famílias, sendo elas: Machine Learning (Aprendizado de máquina), Deep Learning (Aprendizagem profunda), NLP (processamento de linguagem natural). Sendo o deep learning um subconjunto do Machine Learning, ou aprendizado de máquina (como será citado neste trabalho). Para que a IA funcione bem é necessário estar de mãos dadas a Big Data Analytics, que é a análise e utilização de enormes conjuntos de dados conhecidos como Big Data.

Existem entidades empenhadas em pesquisas sobre como a IA vem estimulando a mudança de força de trabalho, o gerenciamento de dados, a privacidade e a colaboração entre entidades, como a The Boston Consulting Group (BCG) que trabalha em colaboração com o MIT analisando e explorando o crescente uso da inteligência artificial no cenário empresarial (ARTIFICIAL... , 1977). Estas pesquisas analisam os novos riscos e ameaças no nível de dependência, perda de empregos e segurança, buscando ajudar na compreensão de gerentes e pessoas com poder de decisão dentro de empresas, para que possam agir diante da oportunidade em combinar a inteligência humana e de máquina.

Atualmente a tecnologia é reconhecida como uma inteligência ubíqua e também dividida em três categorias. Sendo elas a Inteligência assistida, Inteligência Aumentada e Inteligência Autônoma formando a IAAA (STONE et al., 2016).

2.1.1 Inteligência Ubíqua

O termo ubíquo, na língua portuguesa, significa onipresente, que está presente em todos os lugares. IA, embora em um nível muito básico, é uma tecnologia cada vez mais presente na vida das pessoas, acessível e disponível em quase todos os lugares e a todo momento, como a eletricidade. Mesmo ainda em fase precoce, pois ainda estamos no começo do que podemos chamar de big bang da Inteligência Artificial, tem avançado rápido (SOCIETY, 2016).

Atualmente há muito pouco do dia a dia de uma pessoa que não é afetado pela IA de alguma maneira. A inteligência escondida por trás de muitas das interações diárias, como o reconhecimento de voz do Smartphone e a compreensão da linguagem quando se é oralizado algum tipo de comando ou alguma pergunta, por exemplo sobre o clima do lugar onde a pessoa está, é alimentada por um algoritmo IA relacionado a aprendizagem de máquina, processamento de linguagem natural ou processamento de dados não estruturados, pesquisa inteligente e agente inteligente.

2.1.2 Inteligência Assistida

A inteligência assistida enfatiza o papel do humano por trás de toda a automação. Pessoas possuem os direitos de tomada de decisão, mas a IA faz as tarefas em seu

nome.

Está amplamente disponível e funciona melhorando o que pessoas e organizações já fazem, substituindo a força de trabalho humana em tarefas repetitivas e padronizadas. Como exemplo os robôs industriais em fábricas de diversos seguimentos.

Também está presente no comércio, onde algumas marcas utilizam para se comunicar com seus clientes respondendo perguntas simples e repetitivas, deixando a inteligência humana para se concentrar em consultas mais sofisticadas. A IA não só automatiza respostas repetitivas como também pode manter uma conversa inteligente com o cliente, tecnologia conhecida como ChatBot, além de saber o que não é mais parte de seu escopo de atendimento, repassando o cliente para que um agente humano possa dar continuidade ao atendimento.

2.1.3 Inteligência Aumentada

É a ideia de um sistema de computador que suporta e complementa o pensamento humano e evita a sugestão de que a tecnologia venha para ser um substituto para a força de trabalho e o envolvimento humano.

A inteligência aumentada é focada, como o nome já sugere, em sistemas que aumentam a capacidade humana em vez de sistemas que aspiram em replicar o escopo completo de inteligência humana. Em uma entrevista (CLABURN, 2015), Andrew Moore, reitor da Escola de Computação da Carnegie Mellon, estimou que 98% dos pesquisadores da IA estão focados em sistemas de engenharia que podem ajudar as pessoas a tomar melhores decisões ao invés de simular a consciência humana.

Andrew Moore afirma ainda na mesma entrevista:

“A idéia é que todos nós temos, e vamos ter muito, muito mais, a noção de um tipo de sistema que está sussurrando em nossos ouvidos para nos ajudar a tomar melhores decisões em nossas vidas”.

A inteligência aumentada mostra um grande potencial de crescimento, pois é visível em um futuro muito próximo ver a IA ajudando os médicos a entenderem os dados médicos e a informação dos pacientes; os cidadãos a obterem respostas sobre seguros, impostos e programas sociais; os estudantes e educadores a aprender e a ensinar de forma mais eficaz; as empresas financeiras a tomar melhores decisões sobre risco e fraude; e a resolver os desafios de segurança pública, meio ambiente e infraestrutura.

2.1.4 Inteligência Autônoma

Consiste no desenvolvimento de máquinas que atuam por conta própria. Máquinas que assumem o poder de tomada de decisão de acordo com alguns fatores que o humano responsável pela tomada de decisão escolher. A medida que as pessoas começarem a confiar mais na inteligência artificial, surgirá diversos campos onde a máquina possuirá autonomia de escolha. A exemplo disto temos os carros autônomos.

A escolha de dar autonomia à máquinas inteligentes estará, em grande parte, em mãos humanas e será feita com base em uma série de fatores diferentes, incluindo a velocidade da tomada de decisão humana, a viabilidade técnica de tomar decisões autônomas, o custo de construir tais soluções, e a confiança que será depositada em tais soluções.

Em geral, IA é considerada uma ameaça e Stephen Hawking, Bill Gates e o CEO da Tesla Motors, Elon Musk, são algumas das pessoas notáveis que têm alertado sobre as consequências perigosas associadas com o desenvolvimento de sistemas de IA. “O desenvolvimento da inteligência artificial completa pode significar o fim da raça humana”, Hawking advertiu em 2014 (GUILD; DANAHER, 2016).

Mas para Tom Dietterich, presidente da Associação para o Avanço da Inteligência Artificial, a IA em si não é perigosa. Ele diz que a ameaça consiste em desenvolver sistemas IA completamente autônomos capazes de raciocinar e aprender. Ele também afirma que um sistema IA não se tornará por conta própria autônomo a menos que seja desenvolvido desta maneira. Logo, computadores não irão dominar o mundo algum dia, a menos que sejam desenvolvidos para isto.

Apesar da Inteligência Autônoma ser considerada uma ameaça, algumas empresas vem investindo pesado na tecnologia e parece inevitável que sistemas deste porte venham a existir. As aplicações IA autônoma já estão sendo propostas e muitas delas envolvem tomada de decisões de alto risco, como carros de auto-condução, armas autônomas e assistentes cirúrgicos automatizados. Os riscos associados a estes sistemas devem ser abordados antes que seja seguro implementá-los completamente, disse Dietterich (DARPAS; DIETTERICH, 2015).

2.2 Considerações Finais

Este capítulo apresentou conceitos sobre Inteligência Artificial. Abordando conceitos como ubiquidade, quando a IA esta disponível e acessível na maior parte do mundo, embora que de maneira muito básica; e passando por conceitos como a Inteligência Assistida, onde pessoas são responsáveis pela tomada de decisão; a Inteligência Aumentada, que tem como intuito aumentar a capacidade humana de diversas formas; e a Inteligência Autônoma, que são sistemas que procuram reproduzir

o escopo completo da mente humana, tomando suas próprias decisões e agindo por conta própria.

Foi abordado aplicações e considerações de pessoas do meio sobre as vertentes da IA.

3 Aprendizado de Máquina e Análise de dados

Neste capítulo será abordado o conceito de Aprendizado de máquina e Deep Learning, bem como conceitos de Análise de dados.

3.1 Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem de máquina é um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. Em 1959, Arthur Samuel definiu a aprendizagem de máquina como um “campo de estudo que dá aos computadores a capacidade de aprender sem ser explicitamente Programado”(SAMUEL, 2000). Já Tom Mitchell apresenta uma definição mais moderna: “Um programa de computador é um dito para aprender com uma experiência E com uma relação de uma classe de tarefas T e medida de desempenho P, se o seu desempenho em tarefas em T, medida pelo P, melhora com a experiência E”(MITCHELL; HILL, 1997).

Exemplo: Jogando xadrez

E = A experiência de jogar muitos jogos de xadrez

T = A tarefa de jogar xadrez.

P = A probabilidade de que o programa irá ganhar o próximo jogo.

Tem como foco o desenvolvimento de máquinas que podem mudar quando são expostas a novos dados.

Pode se dizer que o processo aproxima máquinas e seres humanos, permitindo às pessoas ensinarem as máquinas. As máquinas aprendem processando um conjunto de treinamento válido que possui recursos para ajustar um algoritmo, que permite que as máquinas executem tarefas específicas como, por exemplo, a classificação e separação de emails. Mas os benefícios vão muito além da organização de caixas de entrada de emails. Os usos da aprendizagem são numerosos e são usados para resolver os mais diversos problemas.

Nos últimos anos o aprendizado de máquina vem entrando em evidência e ganhando mais força em diversas áreas, principalmente em cuidados com a saúde. Pode ser utilizado com sucesso para diferenciar relatórios de patologia não estruturados e semiestruturados; Identificação e diagnóstico de doenças como câncer através da análise de imagens; Na área de doenças mentais como a depressão, onde um projeto de Oxford está usando análises preditivas para ajudar a diagnosticar e fornecer tratamento, com o objetivo geral de produzir uma bateria de teste emocional comercialmente disponível para uso em Clínicas.

Funcionamento do aprendizado de máquina, passo a passo:(MORRISON; RAO, 2016)

- Seleção de dados
 - divisão dos dados em três grupos, dados de treinamento, dados de validação e dados teste.
- Modelamento dos dados
 - Uso dos dados de treinamento para construir um modelo usando características relevantes.
- Validação do modelo
 - Avalia o modelo com os dados de validação.
- Sincronização do modelo
 - Melhora a performance do algoritmo incluindo mais dados, características diferentes ou parâmetros ajustados.
- Uso do modelo
 - Implementação do novo modelo para fazer predições em novos dados
- Teste do modelo
 - Checagem da performance do modelo com os dados teste.

O processo de aprendizagem de máquina é semelhante ao de mineração de dados. Tanto um como o outro pesquisam através de dados para encontrar padrões. Mas diferente de mineração de dados, que extrai dados para a compreensão humana, o aprendizado de máquina usa os dados para detectar padrões e ajustar as ações da máquina. Os algoritmos utilizados podem ser categorizados em supervisionados e não supervisionados.

A aprendizagem de máquina sempre baseia-se em algum tipo de observação ou dado. A aprendizagem de máquina é aprender a fazer melhor no futuro com base no que foi experimentado no passado(SCHAPIRE, 2008).

Um exemplo bem próximo de aprendizagem é o que acontece no feed de notícias do facebook, que, através de uma aprendizagem automática, se adequa às preferências de cada membro da rede social. Se uma pessoa curte com frequência as

publicações de um amigo ou página em particular, os conteúdos que estas pessoas e páginas publicam passarão a aparecer regularmente no feed de notícias. Fora da visão dos usuários o que acontece é que o software está usando análise estatística e preditiva que identificam padrões nos dados de cada usuário e os utiliza para preencher o feed de notícias.

3.1.1 Aprendizagem Supervisionada

O aprendizado supervisionado é a técnica mais comum para treinamento de redes neurais e árvores de decisão. É a principal técnica utilizada para casos de classificação. Pode ser usado por exemplo para detecção de spam baseados em um conjunto de comportamentos pré-determinados; classificar textos em categorias pré-definidas baseadas em palavras-chave e características comuns; reconhecimento de faces humanas e diferenciamento de outros objetos.

Algoritmos de aprendizagem supervisionada:

- Árvores de Decisão
- Teorema de Bayes
- Classificadores de Bayes
- Redes Neurais Artificiais
- Algoritmos Genéticos
- Máquinas de Vetores de Suporte

3.1.2 Aprendizagem não supervisionada

Técnica de aprendizado em que o algoritmo de aprendizado recebe dados sem classificação, ou rótulos, e classifica estes dados de forma autônoma utilizando técnicas convenientes. É utilizado, especialmente, quando se busca informações de um conjunto de dados sem saber inicialmente do que tratam estas informações. É a técnica recomendada para casos de mineração.

Permite abordar problemas com pouca ou nenhuma idéia do que os resultados deve aparentar ser. Pode derivar estrutura de dados onde não necessariamente seja conhecido o efeito das variáveis.

A estrutura pode ser derivada agrupando os dados com base em relações entre as variáveis nos dados. Também pode ser usada para reduzir o número de dimensões em um conjunto de dados para concentrar somente nos atributos mais úteis, ou para detectar tendências.

Com aprendizagem não supervisionada não há feedback com base nos resultados da previsão, ou seja, não há professor para corrigi-la.

Algoritmos de aprendizagem não supervisionada

- K-médias
- Cluster hierárquico

3.2 Deep Learning

Deep Learning é um subcampo de aprendizado de máquina relacionado a algoritmos que são inspirados na estrutura e função do cérebro, chamado redes neurais artificiais, mas, diferente de um cérebro biológico onde qualquer neurônio pode se conectar com qualquer outro neurônio dentro de uma certa distância física, essas redes neurais artificiais têm camadas discretas, conexões e direções de propagação de dados.

É uma parte importante da IA que aproveita oportunidades de aprendizagem profunda para melhorar diversas coisas no meio computacional, pois permite que o computador pense e aprenda como um ser humano. Reconhecimento de fala, visão e processamento de linguagem natural são exemplos de implementações deep learning.

As redes neurais foram criadas em 1950 e consistem em um tipo de aprendizado de máquina que se assemelham com a forma como os neurônios se comportam no cérebro humano, interligando informações. E se tornam cada vez mais aplicáveis e promissoras em diversos segmentos, incluindo cuidados com a saúde. Mas não foi sempre assim. Redes neurais eram evitadas pela comunidade de pesquisa e desenvolvimento em IA por, mesmo uma rede mais básica, ser muito custosa computacionalmente falando, logo se tornava uma abordagem pouco prática. O conceito só foi provado quando um pesquisador da universidade de Toronto, Geoffrey Hinton, com sua equipe conseguiu executar os algoritmos em supercomputadores (HINTON; BENGIO; LECUN, 2015).

São capazes de lidar com a classificação de conjuntos de dados gigantes, como a biblioteca de imagens do Google. O próprio Google também usa deep learning para reconhecimento de voz e imagem. Inclusive, em 2014, o Google comprou uma empresa britânica chamada “DeepMind” que depois virou notícia mundial com o aplicativo AlphaGo ao participar e ganhar um desafio no jogo de tabuleiro Go contra o mestre coreano Lee Se-dol.

Medicina é uma das áreas mais promissoras para a aplicação da tecnologia, pois o segmento oferece muitos desafios desde o diagnóstico digital através do reco-

reconhecimento de imagens até recuperação de informações em prontuários eletrônicos dos pacientes.

3.2.1 Processamento de imagem

Algumas empresas do mundo têm sido pioneiras na aplicação de deep learning em visão computacional. Embora o mercado corporativo para esta vertente ainda seja pequeno quando comparado ao setor de software empresarial de modo geral, a variedade e o alcance das aplicações na área indica a perspectiva de grande crescimento.

O processamento de imagem é a forma de processamento de dados na qual a entrada e saída são imagens, podendo ser quadro de vídeos e fotografias. funciona como um estágio para novos processamentos de dados como reconhecimento de padrões e aprendizagem de máquina. Com deep learning é possível perceber que computadores podem analisar grandes volumes de dados e aprender as características da imagens encontrando padrões sutis.

Desde softwares que auxiliam deficientes visuais, sistemas para detecção de obstáculos embarcados em automóveis, até reconhecimento de padrões e relações a partir de imagens compartilhadas na internet, os benefícios do processamento de imagem e da visão por computador estão começando a dar seus primeiros passos no mundo corporativo. De acordo com as expectativas de crescimento, tais passos estão acontecendo em um ritmo acelerado. Um exemplo aconteceu na conferência anual de desenvolvedores do Facebook onde Mark Zuckerberg declarou que a área de inteligência artificial da empresa pretende “construir sistemas com capacidade de percepção melhor do que as pessoas.” Ele demonstrou uma tecnologia de reconhecimento de imagem para que os deficientes visuais possam “ver” o que está acontecendo em uma imagem. A tecnologia descreve a imagem em voz alta para o deficiente.

O Reconhecimento de Imagens é o caso mais em foco quando se trata do andamento do desenvolvimento de DL. Em 2010, a taxa de erro na competição mundial de reconhecimento de imagens estava acima seis vezes (28,2%) do que é atualmente (RUSSAKOVSKY; DENG; SU, 2015). No início de 2015, o Google e a Microsoft anunciaram que seus algoritmos de Deep Learning foram melhores que os humanos na tarefa, apresentando taxas de erro de apenas 4,8% e 4,94%, respectivamente.

3.2.2 Análise Preditiva

A análise preditiva é o ato de extrair informações de conjuntos de dados a fim de determinar os padrões e prever resultados e tendências futuras. Os algoritmos de deep learning identificam correlações que podem indicar um padrão que é observado entre as variáveis que podem não estar diretamente visíveis quando são observadas individualmente.

Deep learning identifica as correlações de forma automática sem depender da perícia de um analista. Também cria automaticamente interações não lineares podendo aproximar qualquer função arbitrária se tiver os neurônios suficientes, particularmente quando as redes neurais são utilizadas. Por isso, quando o objetivo é previsão, deep learning é mais rápido e eficiente que outras técnicas de aprendizado de máquina.

Nos métodos tradicionais o sucesso da análise depende mais dos cientistas de dados e sua capacidade em usar a engenharia e recursos para preparar os dados, procedimento que exige conhecimento e domínio considerável. E, ao contrário destes métodos, deep learning funciona com dados brutos minimamente transformados aprendendo automaticamente os recursos mais preditivos sem fazer suposições sobre a forma correta de distribuição dos dados em análise.

3.2.3 Processamento de Linguagem Natural

É uma subárea que estuda os problemas da geração e compreensão automática de línguas humanas naturais. Os sistemas nesta área convertem informações de banco de dados em linguagem compreensível ao ser humano. Teoricamente, é um método atrativo para interação de pessoas com máquinas, mas as ambiguidades e os detalhes na construção de blocos textuais foram os desafios que fez com que as pesquisas não progredisse por um tempo.

Com as pesquisas em deep learning em evolução, os pesquisadores ficaram mais entusiasmados para o desenvolvimento de aplicações em processamento de linguagem. Existem pesquisas que usam DL e processamento de linguagem tendo em vista a manipulação de frases de tamanho variável de uma forma mais natural.

3.3 Análise de Dados

Quando se fala em aprendizado de máquina, mais dados quase sempre produz melhores resultados. A análise de dados é o processo de análise de conjunto de dados a fim de obter informações com o auxílio de softwares e sistemas especializados. Tecnologias e técnicas de análise de dados são amplamente utilizadas em indústrias comerciais para permitir que as organizações tomem decisões de negócios mais informadas. Também é utilizada por cientistas e pesquisadores para verificar ou refutar modelos científicos, teorias e hipóteses.

Outro conceito para análise de dados é o trabalho analítico e inteligente de grandes volumes de dados, estruturados ou não-estruturados, que são coletados, armazenados e interpretados por softwares de alto desempenho. Sendo o cruzamento de uma infinidade de dados do ambiente interno e externo, gerando uma espécie de “bússola gerencial” para tomadores de decisão. Tudo isso em um tempo de processamento

extremamente reduzido.

Do lado corporativo, as iniciativas de análise de dados podem ajudar as empresas a aumentar lucros, melhorar a eficiência operacional, otimizar as campanhas de marketing e o atendimento ao cliente, responder mais rapidamente às tendências dos mercados emergentes e ganhar vantagem competitiva sobre os rivais. Dependendo da aplicação, os dados analisados podem consistir em registros históricos ou em novas informações que foram processadas para usos de análise em tempo real. Além disso, ele pode vir de uma mistura de sistemas internos e fontes de dados externas.

No artigo Opportunities for Business Intelligence and Big Data Analytics In Evidence Based Medicine(EL-GAYAR; TIMSINA, 2014), é visto que com a proliferação de dados, a análise de dados emergiu como um importante estudo tanto para profissionais em cuidados com a saúde como para pesquisadores.

Quando a evolução das informações é analisada, pode se notar o quanto é surpreendente o número e o tipo delas. Existem muito mais informações atualmente e são acessadas rapidamente em um simples toque no telefone.

De forma analítica, dados são classificados em:

- Não estruturado: e-mails, fotos, vídeos, mensagens de texto, músicas, geolocalização (GPS), produtos e lojas e-commerce, cada uma com uma linguagem.
- Estruturado: informações básicas e geralmente criptografadas.

3.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi visto conceitos importantes para a realização da IA, abordando tanto aprendizagem de máquina e deep learning, quanto análise de dados. tratando de assuntos como o funcionamento de cada uma e as principais aplicações, que são de extrema relevância.

Tecnologias que podem ser aplicadas e executadas nas mais diversas áreas, trazendo benefícios para os envolvidos.

4 Possíveis avanços da medicina com a introdução da Inteligência Artificial

Neste capítulo será abordado a união da Inteligência Artificial e da Medicina, tendo de início uma breve descrição do que é medicina, seguido pela abordagem de como acontece a união de ambas e suas aplicações e características.

4.1 A Medicina

A medicina é a área responsável pela manutenção e restauração da Saúde. Lida com a cura e a prevenção das doenças humanas.

O conceito de Medicina tradicional refere-se a práticas, abordagens e conhecimentos, incorporando conceitos materiais e mentais, técnicas manuais e exercícios, aplicados individualmente ou combinados, a indivíduos ou a coletividades, de maneira a tratar, diagnosticar e prevenir doenças, ou visando a manter o bem-estar.

A função do médico é pesquisar e estudar doenças e suas causas para poder combatê-las, curá-las e preveni-las. Para isto o profissional precisa estar atualizado e bem informado a respeito das inovações e tecnologias que o auxiliam a melhorar a qualidade e eficácia da sua profissão.

A medicina é uma das áreas mais complexas e que mais se transformou, e vem se transformando em ritmo cada vez mais acelerado, com a tecnologia e também uma das áreas que impactam profundamente a vida das pessoas. Os profissionais de saúde em conjunto com profissionais da computação têm investido pesadamente em tecnologias inteligentes que oferecem novas alternativas de otimizá-la cada vez mais. Assim surge a aplicação da Inteligência Artificial em medicina.

4.2 Inteligência Artificial em Medicina

Os sistemas de IAM (Inteligência Artificial em Medicina) são destinados a apoiar profissionais na área de saúde no decorrer de suas funções, são capazes de auxiliá-los em tarefas que dependem da manipulação de dados e de conhecimentos. Inicialmente cientistas com foco em IAM se preocupavam em construir programas de IA que realizam diagnósticos e fazem recomendações terapêuticas.

Atualmente a maior preocupação dos médicos são os tratamentos de doenças crônicas. Doenças como asma, diabetes e doenças cardíacas, onde o tratamento, por muitas vezes, requer múltiplas visitas médicas que se estendem por longos períodos. Nas sociedades modernas, segundo o diretor e engenheiro da IBM Watson Health, Balaji Krishnapuram, as velhas formas de dar assistência médica não irão mais funcio-

nar(BARLOW, 2016). É necessário que pacientes estejam preparados para cuidarem de si mesmo com um grau mais elevado de conhecimentos que antes. É preciso também que tratamentos médicos, ao invés de estarem limitados aos hospitais e escritórios médicos, possam estar acessíveis em ambulatorios e até mesmo na residência dos pacientes.

Existem cinco áreas relacionadas à medicina em que a aplicação de ferramentas e técnicas de IA estimulará uma revolução benéfica nos cuidados com a saúde. São elas:

- Gerenciamento de Cuidados
 - Onde será possível a projeção de planos individuais de tratamento para pacientes. Onde os tratamentos se tornam personalizados, resultando no fechamento das lacunas que podem existir quando os tratamentos são aplicados de forma geral .
- Gestão Populacional
 - Será possível identificar riscos, quem está exposto ao risco e a melhor maneira de intervir e reduzir o risco identificado.
- Autogestão do Paciente
 - Habilitação de planos onde o paciente tem acesso ao autocuidado personalizado. Onde sua saúde é monitorada em tempo real, e o indivíduo recebe incentivos para mudança de comportamento com resultado em uma saúde melhor.
- Projetos de sistemas
 - Otimização dos processos, desde o tratamento médico até as maneiras como seguradoras reembolsam provedores. Através de uma rigorosa análise de dados com o objetivo de melhorar os cuidados com a saúde e seus resultados e reduzir custos.
- Apoio à Decisão
 - Tem como objetivo desde ajudar médicos com a escolha adequada da dosagem de medicamentos se baseando em testes e monitoramentos recentes, até apoiar radiologistas na identificação de tumores e outras doenças, podendo analisar a própria literatura médica para obter melhores resultados.

As benesses que virão com a IAM são enormes. Além dos citados acima e melhorar o tratamento e o diagnóstico de diversas doenças, incluindo o câncer, IA também pode ser usada em vários cenários importantes como monitoramento do desenvolvimento fetal, previsão de readmissões hospitalares e identificação do risco de combinação de algumas drogas.

Os benefícios voltados para o lado hospitalar e do profissional em medicina também são notáveis.

Tabela 2 – Benefícios oferecidos pela IAM. fonte: *TechEmergence* em <https://www.techemergence.com>

Funcionalidades	Benefícios
Lembretes e notificações em tempo real	Com alguns aparelhos que possuem o sistema de inteligência artificial, os médicos e profissionais de saúde em geral são notificados instantaneamente caso haja qualquer tipo de modificação no estado de saúde do paciente em tempo real.
Dados armazenados em nuvem	Os dados dos sistemas ficam armazenados na nuvem. Além de promover uma organização e segurança de informação maior, se acontecer de informações ou dados serem perdidos, facilmente eles são recuperados graças ao armazenamento em nuvem.
Reforço no diagnóstico	<p>Auxílio na diagnose de patologias. Nem todo caso é diagnosticado com facilidade, e com essa tecnologia, o processo se tornará consideravelmente mais compreensível, além de promover análises muito mais seguras.</p> <p>E esse aspecto também engloba a interpretação e reconhecimento de laudos médicos para exames de imagem como radiografias, ressonância magnética e tomografias, que também serão beneficiados.</p>

Funcionalidades	Benefícios
Auxílio na Telemedicina	<p>A telemedicina se trata do uso de tecnologias da informação e telecomunicações para o fornecimento de informação e atenção médica à pacientes e outros profissionais de saúde à distância.</p> <p>Nos últimos tempos, vem se tornando uma grande associada das diversas instituições de saúde (clínicas, hospitais, consultórios, entre outros), pois é uma alternativa mais acessível para adoção nessas instituições, principalmente nas de menor porte.</p> <p>Com ela, se torna possível analisar resultados de exames comuns (como por exemplo, uma mamografia) e receber seus laudos à distância.</p>
Associação de sintomas a possíveis doenças	<p>Não é incomum que um conjunto de sintomas diferentes em um paciente indique mais de uma doença. Porém, o diagnóstico de todas elas costuma ser um processo complicado e trabalhoso.</p> <p>Com IAM, os sintomas poderão ser associados automaticamente dentro do sistema, tanto entre eles quando entre o histórico do paciente, e ser capaz de alertar para possíveis doenças.</p>

As ferramentas IAM podem cumprir um papel valioso em analisar rapidamente resultados de testes e exames para otimizar doses de medicamentos e também em incentivos relativos a mudanças comportamentais lembrando sempre ao pacientes, por exemplo, que pratique exercícios, se alimente de forma saudável e durma mais ou menos, dependendo dos hábitos de cada indivíduo que a ferramenta monitora.

As aplicações mais esperadas em pesquisas médicas estão direcionadas à área de dados de informação, registros eletrônicos e saúde personalizada em tempo real onde os dados são enviados de wearables(vestíveis) e smartphones.

Estas análises em tempo real são de extrema importância em alguns casos de tratamento onde esperar um médico ou enfermeiro que possa fazer exames pode prejudicar a precisão dos resultados, prejudicando o plano de tratamento. Quando o médico se baseia em testes realizados entre períodos relativamente longos de tempo, pode ser difícil otimizar uma dosagem ideal para o paciente e gerenciar suas condições efetivamente em longo prazo.

Diferente dos métodos de tratamento tradicionais, que chegam a ser mais

custosos por demandar mais “mão de obra” de especialistas, o modelo emergente de tratamentos de saúde baseados em IA é guiado pelo conhecimento encontrado em dados. Muitos dados. Muitos dos novos modelos de serviço de saúde dependerão de ferramentas de análise de dados fundidas à ferramentas de IA de fácil utilização e que acontecem em tempo real.

4.2.1 Medicina e o aprendizado de máquina

A tecnologia de aprendizado de máquina é adequada para a análise de dados médicos. Por isso, existem muitos trabalhos já feitos em relação a diagnóstico especializados em pequenos problemas. Dados sobre diagnósticos corretos são frequentemente acessíveis em registros e formulários médicos de hospitais especializados de modo geral ou em seus departamentos específicos a cada área de diagnóstico.

Os Algoritmos de Aprendizado de máquina, desde o início de suas aplicações, são projetados e utilizados em análise de conjuntos de dados médicos. Atualmente, oferece uma série de ferramentas indispensáveis para a análise de dados que, nos últimos anos, a revolução digital providenciou meios relativamente baratos de coleta-los. Hospitais que apresentam um quadro de funcionamento um pouco mais moderno são equipados com dispositivos de monitoramento e coleta de dados que são compartilhados com amplas redes de sistemas de informação.

Existem requerimentos específicos que qualquer sistema de aprendizado de máquina deve satisfazer para ser usado em desenvolvimento de aplicações voltadas para diagnósticos médicos e outras aplicações médicas. Segundo o artigo *Machine Learning For Medical Diagnosis: history, state of the art and perspective* (MACHINE. . . , 2001) para que um sistema de aprendizado de máquina seja eficiente em resolver tarefas de diagnóstico médico, ele deve conter as seguintes características:

- **Boa performance**

- Onde o algoritmo deve ser capaz de extrair informações significativas dos dados disponíveis e apresentando a mais alta precisão possível em novos casos.

- **Saber lidar com falta de dados**

- Em diagnósticos médicos, frequentemente a descrição apresentada pelos pacientes em registros pode não possuir alguns dados, como o caso do paciente não saber informar seu fator sanguíneo. O algoritmo deve saber lidar apropriadamente com descrições incompletas.

- **Saber lidar com ruídos nos dados**

- Dados médicos tipicamente apresentam incertezas e erros. Os Algoritmos de aprendizagem devem saber contornar estes erros.

- **Clareza ao apresentar conhecimentos**

- As informações apresentadas devem estar dispostas de maneira clara para que os médicos ou pacientes não tenham problemas em entender. Idealmente a informação gerada automaticamente irá providenciar um novo ponto de vista sobre o problema abordado, podendo revelar novas inter-relações e regularidades que médicos não viram de uma forma explícita.

- **Habilidade de explicação**

- O sistema deve ser apto a explicar decisões quando diagnosticar novos pacientes. Médicos precisam de informações detalhadas e claras quando se deparam com soluções atípicas para novos problemas. Do contrário, podem não considerar seriamente as sugestões do sistema.

- **Redução do número de testes para o diagnóstico confiável**

- Geralmente a coleção de dados do paciente é extensa e consome tempo. O que pode atrasar o diagnóstico e prejudicar o paciente. Por isso é desejável que exista um classificador capaz de apresentar um diagnóstico confiável a partir de uma pequena quantidade de dados sobre o paciente.

Além de sistemas voltados para a análise de dados e diagnósticos, aprendizado de máquina é uma chave para melhores e mais rápidas pesquisas médicas em geral. Nos últimos anos, as aplicações de aprendizagem de máquina para a saúde parecem superar a lista de aplicações em financiamento.

Desde 2013, o Watson, que é um sistema para processamento avançado e tecnologias de aprendizado de máquina da IBM, tem sido usado no campo da medicina. A equipe do Google DeepMind também decidiu lançar suas tecnologias nas oportunidades de estudo em medicina, criando a Google's DeepMind Health. Tem surgido muitas startups voltadas para aprendizagem de máquina que estão lançando grande parte de seus esforços para o meio medicinal. Como exemplo temos a Nervanasys da Intel, a Ayasdi, a Sentient.ai e a Digital Reasoning System, entre outras que vem arrecadando milhões com aplicações de cuidados com a saúde.

Um estudo publicado no Journal of Patient Preference and Adherence demonstrou que técnicas de AM foram capazes de prever riscos cardiovasculares com uma

precisão maior do que 98%, superando em quase cinco vezes a capacidade do tradicional escore de Framingham (LOTUFO, 2008). Outro estudo publicado no JAMA Cardiology (FRIZZELL; LIANG, 2017), mostra que algoritmos de machine learning foram o método mais eficaz de prever casos de insuficiência cardíaca a partir de dados textuais de prontuários eletrônicos. Em um terceiro estudo publicado no *Circulation Cardiovascular Imaging* (SENGUPTA et al., 2016), foi visto que através de um algoritmo cognitivo para ecocardiogramas foi possível diferenciar pericardite constrictiva de cardiomiopatia restritiva com uma precisão de 96.2%, superando até mesmo taxas de precisão a partir do diagnóstico feito por um médico.

Como já abordado neste trabalho, AM é uma parte da IA que cobre uma menor subcategoria chamada “Deep Learning”. O Deep Learning, que é uma forma de AM, tem sido a “menina dos olhos” da Inteligência Artificial e está surpreendendo o mundo em termos de aplicações diferenciadas.

4.2.2 Deep Learning Aplicado em Medicina

É bastante útil para encontrar padrões em grandes conjuntos de dados biológicos. Além disso a tecnologia DL permite manipular imagens médicas de raios-X, tomografias e ressonâncias magnéticas para elaborar o diagnóstico digital de determinadas doenças (p. ex., câncer, retinopatia diabética entre outras). No caso de câncer, o destaque é para os casos de pulmão e de mama. Além da detecção de fraturas e tumores quando aplicada em processamento e reconhecimento de imagens.

4.2.2.1 Reconhecimento de Imagens

Pesquisas em Reconhecimento de Imagens é a área que mais chama atenção no campo de estudo de DL. Pois as técnicas são mais eficazes quando aplicadas em grandes conjuntos de dados. Atualmente, na medicina o grande desafio é obter um conjunto considerável de dados, pois, mesmo que existam milhares de dados, nem sempre estão disponíveis. Mesmo assim os especialistas da área estão muito confiantes em pôr a tecnologia em prática em breve. Especialidades como a Radiologia e Patologia podem sofrer impactos bastante positivos, de acordo com os pesquisadores, pois em breve os computadores estarão aptos a realizar trabalhos de forma mais rápida e com maior precisão, auxiliando médicos a obter melhores resultados.

As tecnologias de imagens médicas, como Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética e Raios-X, produzem uma grande quantidade de informações que um radiologista tem que analisar e avaliar em um curto espaço de tempo. O radiologista também precisa considerar outros fatores além da imagem propriamente dita e, por vezes, devem operar em condições de incerteza. Uma ferramenta, baseada em DL, de apoio ao diagnóstico executa um padrão de reconhecimento complexo e permite

destacar anormalidades visíveis nos exames médicos e imagens, tais como nódulos pulmonares e aneurismas cerebrais. Essa ferramenta também pode ser utilizada em exames médicos preventivos, como mamografia onde a ferramenta pode ser utilizada para detectar o câncer de mama por meio da avaliação de estruturas suspeitas, como aglomerados de micro-calcificação e estruturas “hiperdensas” no tecido macio. Essa ferramenta visa apoiar aos médicos, e não substituí-los. Os médicos serão sempre responsáveis pela interpretação final de uma imagem.

4.2.2.2 Aplicações em Processamento de Linguagem Natural

Processamento de linguagem natural é uma área que pode ser bastante explorada pelas áreas de Saúde e Bem Estar. Podendo ser implementadas como aplicações de assistentes virtuais que utilizam Processamento de Linguagem Natural. Como exemplo existe o caso da aplicação Lark (TECHNOLOGIES, 2017), que está inovando no gerenciamento de doenças crônicas.

A tecnologia de PLN terá uma abertura bastante interessante nas interfaces das aplicações de saúde, incluindo aplicativos em dispositivos móveis. Também estará presente na recuperação de informações a partir das Observações/Notas dos Prontuários Eletrônicos dos Pacientes, Exames Médicos de Pacientes e documentos ou relatórios manuscritos de medicina.

É bastante importante sua entrada no mercado, por questões de acessibilidade. Um paciente cego, por exemplo, precisa de ajuda com dispositivos que apresentam informações escritas. Se os dispositivos tem a IA para entender a linguagem natural, tanto o cego podera receber assistência, quanto deficientes motores também poderão falar com os dispositivos sem a necessidade de um intermediário.

4.2.3 Análise de dados e medicina

Durante a última década houve uma grande disseminação de pesquisas voltadas para tecnologia da informação na saúde, tanto de acadêmicos quanto de profissionais, mostrando a importância da TI na medicina e em cuidados com a saúde de modo global. O uso intensivo de TI na saúde gerou e gera uma enorme variedade de dados de pacientes. Estes dados podem ser internos e vir de banco de dados hospitalares, como dados de prontuários eletrônicos, como também podem vir de fontes externas, como seguradoras de saúde e laboratórios médicos.

Estes dados em grande escala possuem informações valiosas para o meio médico, servindo para a tomada de decisão e a redução do custo clínico e para a redução do risco dos pacientes. A análise deles traz enormes benefícios para a medicina e seus pacientes e tem sido apontada pelos entusiastas como uma das mais importantes inovações da tecnologia para organizações de saúde.

A indústria da saúde é a combinação de setores dentro do sistema comercial que providencia e facilita o acesso de pacientes a medicamentos, segurança e cuidados.

De acordo com Groves em *The Big Data Revolution in Healthcare: Accelerating value and innovation*(GROVES; KAYYALI; AL, 2013) a análise de dados voltada para medicina e cuidados com a saúde em geral podem ser dividida em cinco diferentes tipos:

1 - Administração e distribuição: Parte que lida com gerenciamento de despesas e orçamentos em instalações médicas. Inclui informações de prontuários eletrônicos, registros de saúde, dados dos pacientes, testes clínicos. A análise pode ser feita separadamente em dados de administração ou de distribuição.

2 - Suporte a decisões clínicas - Existem métodos de análise de dados para ajudar médicos a lidar com tomadas de decisões e julgamentos. Informações precisas, registros médicos, genômica, instituições de medicina e outros vários dados que podem ajudar em decisões clínicas entram nesta categoria.

3 - Informações clínicas - Esta categoria lida com a análise de conjuntos de dados acessíveis tendo origem em vários tipos de sistemas de informação e de sistemas de informações clínicos.

4 - Comportamento do consumidor - Neste caso, as técnicas são usadas para análises demográficas. Os dados usados nesta categoria inclui dados de campanhas de publicidade, dados de consumidores, marketing e dados de comportamento individual.

5 - Suporte informativo - Nesta categoria são analisados os dados que não podem ser incluídos nas outras quatro. Dados que contém grau de eficácia de tratamentos, registros laboratoriais e de pesquisa, intervenções públicas de saúde, medicações e detecção de erros são os exemplos de dados agrupados nesta categoria.

4.2.3.1 Análise de dados médicos Baseada em Evidências

No artigo *Opportunities for Business Intelligence and Big Data Analytics In Evidence Based Medicine*(EL-GAYAR; TIMSINA, 2014) temos a seguinte definição para Medicina Baseada em Evidências:

“A medicina baseada em evidências(MBE) é o uso consciencioso, explícito e judicioso das melhores evidências atuais na tomada de decisões sobre o cuidado de pacientes individuais. O MBE é a interseção de conhecimentos clínicos individuais, evidências externas e valor para o paciente. A evidência pode ser gerada a partir de literatura médica existente e evidência baseada na prática. As fontes de literatura incluem ensaios controlados aleatoriamente, revisões sistemáticas, diretrizes clínicas, estudos de grupo, estudos quase-experimentais, estudos descritivos e pareceres de especialistas. Por outro lado, as evidências baseadas na

prática são geradas a partir dos dados cotidianos coletados no hospital através do tratamento dos pacientes (registro de saúde eletrônico). Fontes adicionais de evidências baseadas na prática incluem dados de reinvidicações, seguros e outros dados administrativos hospitalares.”

MBE geralmente acontece em sete passos como se pode ver na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Passos da Medicina baseada em evidências. Fonte: *Opportunities for Business Intelligence and Big Data Analytics In Evidence Based Medicine*

Passo	O que acontece
1 - Identificação da condição do paciente	Análise de registros médicos antigos e atuais para a identificação da condição do paciente. Estes dados contém informações gerais sobre o paciente como alergias, histórico familiar, status econômico.
2 - Formular a questão MBE	Sintetiza a questão clínica na questão. Comumente a questão é formulada através de critérios de PICO (do inglês: população, intervenção, comparação e resultado).
3 - Elaboração de evidências e análise	Gerar provas combinando informações dos estudos de pesquisa e evidências geradas a partir da prática diária em ambientes clínicos.
4 - Avaliação de evidências	<ul style="list-style-type: none">• Classificação de informações individuais.• Cálculo estatístico da evidência coletiva.
5 - Conversão da evidência em informações acessíveis	Neste passo as evidências criticamente avaliadas são transformadas para uma forma mais acessível e utilizável.
6 - Apresentação e uso das evidências	Apresentação de alternativas de ações para o atendimento.

Passo	O que acontece
Avaliação da implementação do MBE	Acontece o acompanhamento de sucesso ou falha de cada informação, atualização das evidências correspondentes e cálculo do efeito a longo prazo do uso do MBE.

Todos os passos do MBE utilizam análise de dados.

Como acontece a análise de dados em cada passo do processo de MBE:

1 - Identificação da condição do paciente

Para identificar automaticamente a condição do paciente, um sistema deve usar uma combinação de técnicas analíticas. A aplicação de análise de dados será facilitada se o registro de saúde eletrônico estiver em um formato padronizado. As técnicas de mineração de dados e análise de texto, como a recuperação de informações e a extração de informações, podem ser aplicadas ao Registro eletrônico de saúde. Técnicas para extrair as notas de médicos em dados não estruturados também podem ser empregadas.

2 - Formular a questão MBE

Depois que as questões clínicas são estruturadas nos critérios PICO, é possível criar automaticamente a consulta de pesquisa; a consulta de pesquisa deve ser personalizada com base na tecnologia subjacente, sistema de banco de dados por exemplo, usado. O sistema também pode permitir ao clínico que ele altere as questões clínicas ou gere a questão clínica manualmente.

3 - Elaboração de evidências e análise

A análise de dados permite que todos os dados sejam utilizados para produzir informações relevantes. Gerando informações utilizáveis a partir da literatura existente, bem como do repositório cada vez maior de informações em registros de saúde eletrônicos. Há uma grande quantidade de diretrizes clínicas, estudos de grupos, pareceres de especialistas e outras fontes de evidências. À medida que os cuidados de saúde estão se movendo para o formato eletrônico, grandes quantidades de dados estão sendo produzidos e armazenados em sistemas IAM diariamente.

4 - Avaliação de evidências

As técnicas Análise de dados podem ser usadas para avaliar os artigos individuais, bem como a evidência geral. A informação individual pode ser avaliada com base na questão do estudo, população, randomização, cegamento, intervenção e mais. Por exemplo, um pesquisador pode usar análise de texto e processamento de linguagem natural para identificar se os artigos satisfazem os critérios fornecidos e avalie os artigos individuais em conformidade.

5 - Conversão da evidência em informações acessíveis

Neste passo as evidências criticamente avaliadas são transformadas para uma forma mais acessível e utilizável.

6 - Apresentação e uso das evidências

As técnicas de visualização de dados apresentam o resultado econômico, clínico e social de diferentes alternativas de tratamento na forma de texto. A maioria dos médicos não têm tempo para ler documentos grandes. por isso a melhor forma destas evidências serem expostas aos profissionais é através de Visual Analytics com a exposição dos dados em um gráfico interativo de uma maneira leve. A análise visual pode apresentar toda a informação em uma única tela.

7 - Avaliação da implementação do MBE na prática

O sistema de análise acompanha continuamente se o uso de MBE está proporcionando qualquer benefício aos pacientes. O principal ponto, se o clínico seguiu a evidência sugerida pelo sistema, é saber se o resultado é igual ou melhor do que o esperado; Então, a classificação estatística ou a classificação da evidência aumentam. Conseqüentemente, se o resultado for pior do que o esperado, o estatístico significativo ou a classificação de evidências diminuirão.

4.2.3.2 Aplicações de Análise Preditiva

A análise preditiva permite explorar a Saúde Preventiva. Uma grande oportunidade para a utilização dos algoritmos de Análise Preditiva é a sua aplicação para prever doenças na população e, conseqüentemente, reduzir custos na Saúde.

A análise preditiva pode ser usada para reduzir o risco de reospitalização de pacientes com Insuficiência Cardíaca Congestiva(ICC), que é uma doença que chega tradicionalmente a apresentar um custo alto de tratamentos nos Estados Unidos. 76%(MICROSOFT, 2014) das reospitalizações poderiam ser evitadas se fosse previstas e, por consequência, evitar os gastos de internamento destes pacientes. A estimativa do risco de reospitalização de pacientes de ICC tem sua Análise Preditiva elaborada a partir de algoritmos de AM.

Ainda existe muito a ser pesquisado no uso da tecnologia de Big Data na Análise Preditiva em Saúde. O investimento nesta área pode ser fundamental na redução dos custos das doenças crônicas pois, com o uso da Modelagem Preditiva baseada em algoritmos de Big Data, as entidades governamentais e instituições ligadas a medicina poderão investir mais em ações de Saúde Preventiva ao invés de ter que lidar com as consequências das doenças crônicas enquanto assistem ao aumento dos custos dos cuidados com a saúde.

4.3 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada de maneira breve uma definição de medicina e como aconteceria a união da IA com a medicina. Abordando os principais propósitos, benefícios e as características da IAM com as ferramentas que a IA pode oferecer, como aprendizado de máquina, deep learning e análise de dados.

A tecnologia pode ser aplicada tanto na descoberta de doenças crônicas, tratamento de pacientes de forma individual, gerenciamento populacional e gerenciamento da instituição de saúde quanto na tomada de decisão baseada em evidências médicas e dados relevantes para cada situação que surgir no universo médico.

Buscando sempre melhorar o bem estar geral.

5 Aplicações Promissoras

Neste capítulo serão listadas algumas aplicações para ou em desenvolvimento IAM promissoras no âmbito medicinal.

5.1 Identificação e diagnóstico de doenças

Uma das pesquisas que, como citado acima, está a frente em medicina é a que tem como foco a identificação e diagnósticos de doenças. De acordo com um relatório emitido em 2015 pela Pharmaceutical Research and Manufactures Of America, mais de 800 remédios e vacinas para tratamento do câncer foram testadas. Em uma entrevista com a Bloomberg Technology, o pesquisador Jeff Tyner declara que ao mesmo tempo em que isto é excitante, também apresenta o desafio de achar meios de trabalhar com todos os dados resultantes da pesquisa. Isto ressalta a importância do trabalho em conjunto de cientistas biólogos com cientistas da informação.

É possível usar IA para pesquisar e desenvolver diagnósticos e tratamentos terapêuticos em muitas áreas, incluindo oncologia. Atualmente projetos de pesquisas em andamento incluem testes de dosagem para tratamento de tumores intravenosos e detecção e tratamento de câncer de próstata. Outros projetos visam avançar na medicina de precisão através da integração da computação cognitiva e do sequenciamento do tumor genômico.

A Google's DeepMind Health em parceria com o Moorfield Eye Hospital, em Londres, Reino Unido, vem desenvolvendo uma tecnologia para enfrentar a degeneração em olhos idosos.

Também existem pesquisas na área de doenças cerebrais e mentais, como depressão, que usam análise preditiva para ajudar a diagnosticar e fornecer tratamento, com o objetivo geral de produzir uma bateria de testes emocionais comercialmente disponíveis para uso em ambientes clínicos.

5.2 Tratamento personalizado / modificação comportamental

A medicina personalizada propõe um tratamento mais eficaz, pois se baseia em dados de saúde individuais trabalhando em conjunto com a análise preditiva. É uma área de pesquisa bastante entusiasta e profundamente relacionada com a melhor avaliação da doença. Atualmente é uma área dominada pelo aprendizado supervisionado, o que permite que os médicos selecionem conjuntos de diagnósticos mais limitados ou estimem o risco do paciente baseados em sintomas e informações

genéticas.

O aumento de uso de dispositivos e recursos de medição de saúde proporcionará um verdadeiro dilúvio de dados que, se os profissionais souberem e conseguirem explorá-los, podem ser usados para facilitar e aumentar a eficácia de tratamentos. Tratamentos personalizados são importantes para os indivíduos em termos de otimização da saúde, ao mesmo tempo em que reduzem os custos gerais de consultas e cuidados médicos.

Modificação comportamental também é um mecanismo importante quando se fala em prevenção de doenças. Existem muitas startUps que investem seus esforços em prevenção e tratamento do câncer, por exemplo, com diferentes graus de sucesso. Como por exemplo a Somatix, uma empresa de análise de dados baseada em aprendizado de máquina que ajuda pessoas monitorando seus comportamentos para que se livrem do vício em cigarros.

5.3 Descoberta e fabricação de drogas

O uso de aprendizagem de máquina na descoberta de medicamentos tem potencial para diversas aplicações, desde a triagem inicial dos compostos de drogas, até a taxa de sucesso prevista com base em fatores biológicos.

A fronteira neste espaço de descoberta são os medicamentos de precisão, que envolvem a identificação de mecanismos para doenças multifatoriais e caminhos alternativos para a terapia. Grande parte das pesquisas envolvem a aprendizagem não supervisionada, que em grande parte ainda está confinado à identificação de padrões em dados sem previsões.

O MIT Clinical Machine Learning Group, grande entusiasta neste domínio, cuja pesquisa está focada no desenvolvimento de algoritmos para entender melhor os processos e nuances de doenças, como a diabetes do tipo 2, para o desenvolvimento de melhores tratamentos. A Microsoft, com o projeto Honover, usa tecnologia AM em várias iniciativas, incluindo uma colaboração com o Knight Cancer Institute para desenvolver uma IA para tratamento de precisão contra o câncer, onde desenvolve uma abordagem de personalização de combinações de drogas contra a Leucemia Mieloide Aguda.

Estas pesquisas também geram dados sobre a experimentação e processo de fabricação de drogas que tem o potencial de ajudar os fabricantes farmacêuticos a reduzir o tempo necessário na produção das drogas, o que resulta em custos baixos e uma replicação melhorada.

5.4 Teste de investigação clínica

AM tem aplicações potencialmente úteis que também podem ajudar a moldar e orientar testes clínicos. A aplicação de análises preditivas avançadas na identificação de candidatos para os testes poderá se basear em uma série de dados, vindo de fontes como redes sociais e registros médicos, bem como informações genéticas quando os testes buscam atingir populações específicas. Isso ocasionaria testes mais rápidos e menos dispendiosos em geral.

A tecnologia também pode ser usada para monitoramento remoto e acesso a dados em tempo real para proporcionar uma maior segurança, monitorando sinais biológicos e outros para identificar quaisquer sinais de dano ou risco de morte ao participantes. Existem muitas aplicações que ajudam a aumentar a eficiência de testes clínicos, como encontrar melhores tamanhos de amostra ou abordar e adaptar diferenças em sites com intuito de recrutar pacientes, e usando registros médicos para reduzir erros de dados, como uma entrada duplicada.

5.5 Aplicação em Radiologia e Radioterapia

Dr. Ziad Obermeyer, professor assistente da Harvard Medical School, afirmou em uma entrevista dada em 2016 que dentro de 20 anos radiologistas não existirão em nenhum lugar perto de sua forma atual, pois eles se parecerão mais com cyborgs, algoritmos de supervisão que leem milhares de estudos por minuto. Mas enquanto este dia não chega, existem pesquisas de desenvolvimento de algoritmos de AM capazes de detectar diferenças entre tecidos saudáveis e cancerosos para ajudar a melhorar os tratamentos contra radiação.

Atualmente a DeepMind Health e a UCLH (University College London Hospitals) estão trabalhando na aplicação de AM para ajudar a acelerar o processo de segmentação para aumentar a precisão no planejamento de radioterapia.

5.6 Registros eletrônicos inteligentes

A classificação de documentos usando máquinas de reconhecimento óptico de caracteres são tecnologias essencialmente baseadas em AM para ajudar a avançar a coleta e digitalização de informações eletrônicas de saúde. Dois bons exemplos de inovação nesta área são as tecnologias de reconhecimento de caligrafia da MATLAB e a API Cloud Vision para reconhecimento óptico de caracteres da Google.

O Grupo de AM Clínicas do MIT está liderando o desenvolvimento de registros eletrônicos inteligentes da próxima geração, que vai incorporar AM para ajudar com coisas como diagnósticos, decisões clínicas e sugestões de tratamento personalizado.

O MIT ressalta em seu site de pesquisa(CAMBRIDG,) que existe a “necessidade de algoritmos robustos de AM que sejam seguros e interpretáveis, que possam aprender com pequenos dados de treinamento, entender linguagem natural e difundir bem as informações em instituições médicas”.

5.7 Previsões Epidêmicas

Tecnologias AM também estão sendo aplicadas para monitorar e prever surtos epidêmicos pelo mundo. Tendo como base para isto dados coletados por satélites, informações históricas, dados de mídias sociais em tempo real e outras fontes conectadas. As ferramentas de redes neurais são usadas, por exemplo, para prever surtos de malária, considerando dados de temperatura, dados fluviais, dados de casos positivos entre outras fontes que ajudam na previsão.

Prever a gravidade de surtos epidêmicos é de extrema importância principalmente em países do terceiro mundo, que muitas vezes não tem uma boa infraestrutura médica e acesso precário a tratamentos. Como exemplo de aplicação real existe o ProMED-mail, Figura 1, que é um programa de relatórios baseado na internet para monitorar doenças emergentes e fornecer relatórios de surtos em tempo real. Através dos relatórios ProMED e outros dados de mídia, a organização HealthMap usa classificação e visualização automatizada para ajudar a monitorar e fornecer alertas sobre surtos de doenças em qualquer país.

Figura 1 – Site proMED-mail

Fonte: proMED-mail em <https://www.promedmail.org/>

5.8 Processamento de Imagem

O reconhecimento de imagem é um dos exemplos mais comentados de quanto importante é a tecnologia DL.

As técnicas de DL podem, e tem sido, ser aplicadas para a identificação de câncer em imagens, com a vantagem de poder extrair informações mais relevantes para realizar a correta predição se os pacientes tem um câncer ou não. Além das imagens, ela pode também ser utilizada para realizar a predição através dos dados coletados do paciente que estejam correlacionados com a doença, como citado algumas vezes neste trabalho.

5.8.1 Aplicações em Oncologia

- Segmentação tumoral.
- Classificação de câncer com redes neurais profundas.
- Diagnóstico do câncer histopatológico.
- Acompanhamento do desenvolvimento de tumores.

5.9 Tipos de análise de dados na área de cuidados com a saúde

A parceria entre análise de dados e medicina já está praticamente consolidada. A análise e o cruzamento de informações são capazes de fornecer pistas que ajudam na compreensão do desenvolvimento de doenças, auxiliando profissionais de saúde a tomar medidas de contenção no avanço de epidemias, além de melhorar a assistência dada aos pacientes, que terminam evitando custos extras com internações. Os pacientes começaram a usar dispositivos portáteis para monitoramento da saúde e produzem uma série de dados que têm potencial para revelar como os hospitais e clínicas podem oferecer serviços médicos mais personalizados.

Em saúde é possível encontrar uma grande variedade de tipos de dados, como sinalizado no decorrer do trabalho, e muito deles não são estruturados. O setor de Saúde é uma área que vem desejando se tornar mais eficaz em termos de custos ou, pelo menos, ter menos desperdícios.

Segundo o autor Trevir Nath em *How Big Data Has Changed Healthcare*, existem seis categorias nas quais a Saúde pode ter ganhos/vantagens com a tecnologia de big data. Com destaque para os seguintes tópicos:

- redução de desperdícios e custos
- melhoria nos cuidados dos pacientes

- pesquisa e desenvolvimento da indústria farmacêutica
- melhoria na transparência dos subsídios governamentais
- melhoria na monitoração da saúde digital.

O governo e empresas privadas brasileiras têm investido em mecanismos para a coleta e análise de dados e informações referentes à saúde.

A expectativa é que, aliado ao Analytics, conceito de análise estatística dos dados que envolve modelagem preditiva, data mining (mineração dos dados) e forecasting (previsão), entre outras ferramentas, a tendência seja um marco de transformação do segmento da saúde.

A pesquisa anual sobre tendências de tecnologia, *Accenture Healthcare IT Vision 2015*, mostrou dados interessantes sobre o uso de análise de dados no setores de cuidados com a saúde. Mostrando que 45% dos executivos da área afirmaram que fazem análise preditiva, mais da metade de todos os entrevistados (59%) disseram que já usam sistema de algoritmos com o objetivo de fazer softwares operarem com mais inteligência — e 73% de todos os executivos de saúde relataram ter obtido um retorno positivo depois de investir em tecnologias como dispositivos móveis do tipo wearables.

Como o setor de saúde adota universalmente dados e análises importantes, existe um enorme potencial para mudanças positivas. Atualmente, a grande revolução de dados cresceu em finanças, marketing e esportes com cuidados de saúde logo atrás. Dado o tamanho total de dados criados todos os dias, análise de dados tornou-se um tópico moderno nos últimos anos. A análise de dados ajudam as organizações a se tornar mais produtivas, eficientes e reduzir custos. Como muitas outras indústrias, a saúde vem se adaptando à análise de dados, não só por seus retornos financeiros, mas também pela melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

5.10 Considerações Finais

Neste capítulo foram exploradas as principais e mais promissoras aplicações da IAM. Abordando como as tecnologias já estão sendo aplicadas, e como podem ser utilizadas futuramente. Existe um leque vasto de oportunidades de utilização que ainda podem ser exploradas e estudadas, dada a versatilidade das tecnologias envolvidas.

A entrada destas aplicações no mercado de cuidados com a saúde podem significar um grande salto para o progresso do atendimento ao paciente e da capacitação médica.

6 Impactos e desafios enfrentadas pela IAM

Este capítulo aborda os principais desafios reservados a entrada de aplicações de Inteligência Artificial na área médica. Buscando principalmente abordar os principais desafios que precisam ser superados e, por fim, quais os benefícios que são esperados para a população quando se trata de IAM.

6.1 Impactos e desafios

Apesar da humanidade estar cercada por tecnologias inteligentes surpreendentes, o impacto dessa inovação na medicina ainda se mostra retraído diante da grandiosidade da ideia e do potencial da aplicação da IAM. Apesar de tantas empresas e instituições estarem interessadas no desenvolvimento de aplicações e sistemas inteligentes direcionados à área de cuidados com a saúde de forma geral, o assunto ainda não atrai os holofotes que merece.

6.2 O medo do desemprego

Grande parte das pessoas acreditam que a IA, juntamente com seus robôs e sistemas, irá tirar-lhes os empregos. Esta é uma das grandes barreiras que faz com que a IAM se desenvolva timidamente diante de seu potencial. Segundo o vice presidente da IBM, Mike Rodhin (BRASIL, 2016), ao invés de tomar o emprego das pessoas, os sistemas inteligentes vieram para melhorar a eficiência delas, fazendo tarefas triviais, como buscar padrões em imagens ou pesquisar na literatura sobre determinado caso clínico, deixando a parte de tomada de decisão para o profissional.

Já um relatório da Forrester Research (CLAIR; GOWNDER, 2016) aponta que a IA, até 2025, substituirá cerca de 7% dos empregos nos Estados Unidos. Ao todo a pesquisa prevê que 16% dos empregos serão assumidos pela IA, porém a tecnologia irá criar o equivalente a 9%. Os números apresentados reforçam os medos das pessoas em serem substituídas. Segundo os analistas da pesquisa, Craig LeClair e J.P. Gownder, os novos empregos que surgirão serão mais interessantes para as pessoas e ressalta que as máquinas irão auxiliar os humanos a fazer seus trabalhos da melhor maneira, tornando-os mais fáceis e com resultados mais rápidos.

O líder de Saúde Conectada da Accenture Digital, Ronan Wisdom, também acredita que a IA não substituirá médicos e poderá ser uma forte aliada dos profissionais de saúde, eliminando o esforço de tarefas rotineiras permitindo que médicos passem mais tempo com seus pacientes. “IA vai mudar a saúde, mas para o melhor”, acredita.

Na medicina, nos próximos anos, a IA irá dispensar o trabalho de patologistas e radiologistas ao mesmo tempo em que irá aumentar a capacidade de um profissional de saúde em estabelecer um prognóstico e melhorar a precisão diagnóstica. Um dos motivos para a extinção destas profissões é que suas especialidades exigem que humanos se comportem como máquinas, procurando por padrões, e máquinas inteligentes, quando alimentadas com os dados necessários, conseguem realizar a busca por padrões obtendo melhores resultados que pessoas.

Mesmo esta questão do emprego tendo bastante peso, não é este o único desafio que precisa ser superado para a fusão da IA com a medicina, como será abordado a seguir.

6.3 A falta de conhecimento

Existe a barreira entre humanos e máquinas/sistemas inteligentes criada pela falta de conhecimento, pois para muitas pessoas a ideia de IA ainda lhes traz à mente imagens de super computadores dominando o mundo, e poucas entendem o conceito de AM.

Apesar disto, um estudo mundial realizado pela PwC(PWC, 2017), mostra que a maioria dos entrevistados aceitariam se submeter aos cuidados oferecidos por um robô, desde diagnósticos até cirurgias de pequeno porte. A líder de Health Services da PwC fala que “O emprego de robôs e inteligência artificial pode ajudar a tornar tratamentos e diagnósticos mais acessíveis e eficazes, sobretudo em países ainda carentes de um sistema de saúde bem-estruturado.”.

Segundo a pesquisa, as pessoas se tornam mais propensas a experimentar os cuidados de robôs caso tenham acesso a diagnósticos mais rápidos e precisos e a melhores tratamentos de saúde, como mostra a Figura 2. Países emergentes se mostraram mais abertos a entrada dos robôs no meio médico, pois teriam cuidados mais acessíveis e baratos, que os países desenvolvidos economicamente.

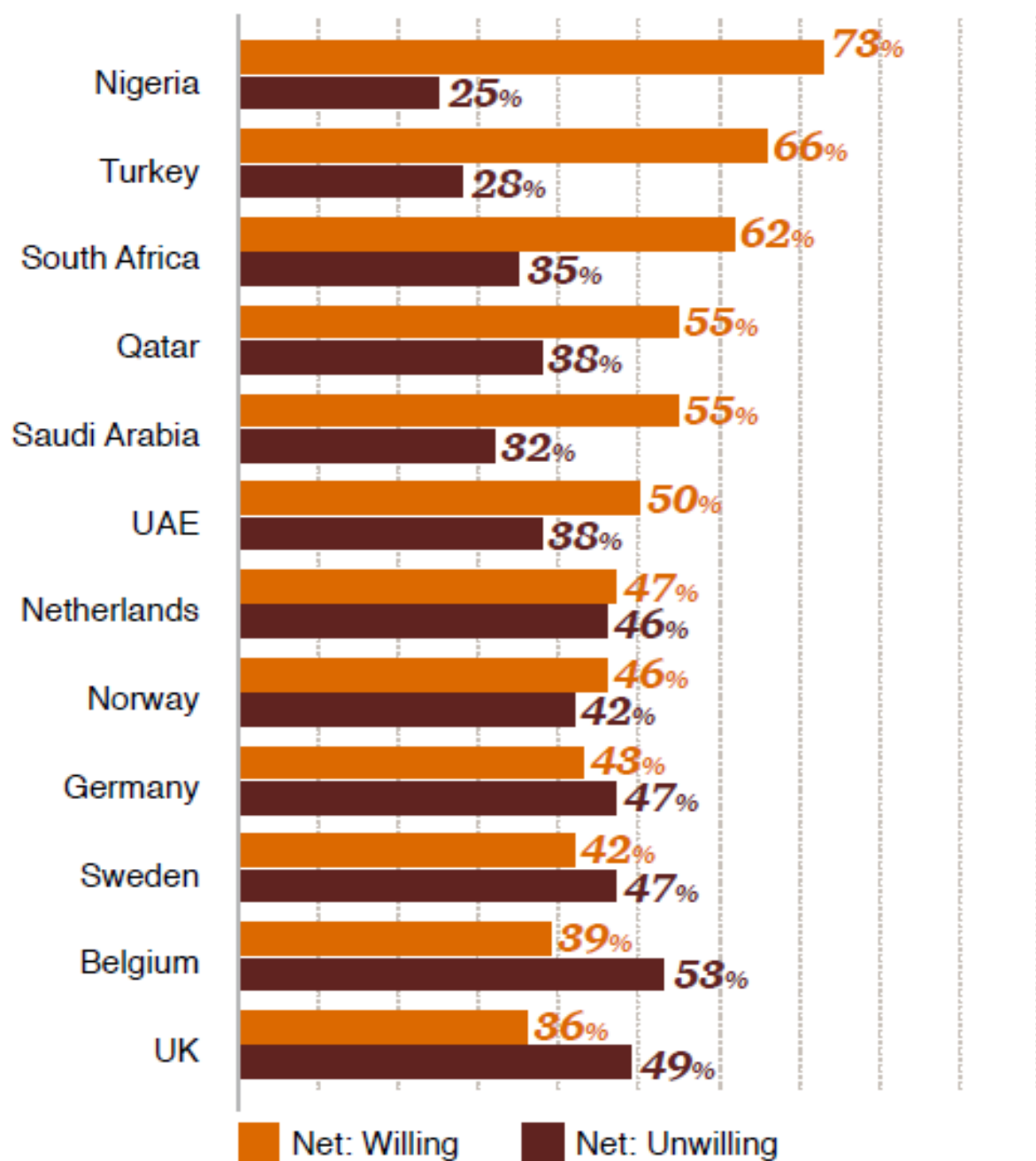
Figura 2 – Percentual de aceitação de cuidados IAM



Fonte: PWC, What doctor? Why AI and robotics will define New Health

Em média, 50% dos entrevistados aceitariam se submeter a uma cirurgia realizada por um robô. O percentual se mostra maior na Nigéria, enquanto no Reino Unido apenas 36% dos entrevistados se submeteriam, como observado na Figura 3:

Figura 3 – Percentual de aceitação de cirurgia realizada por robôs



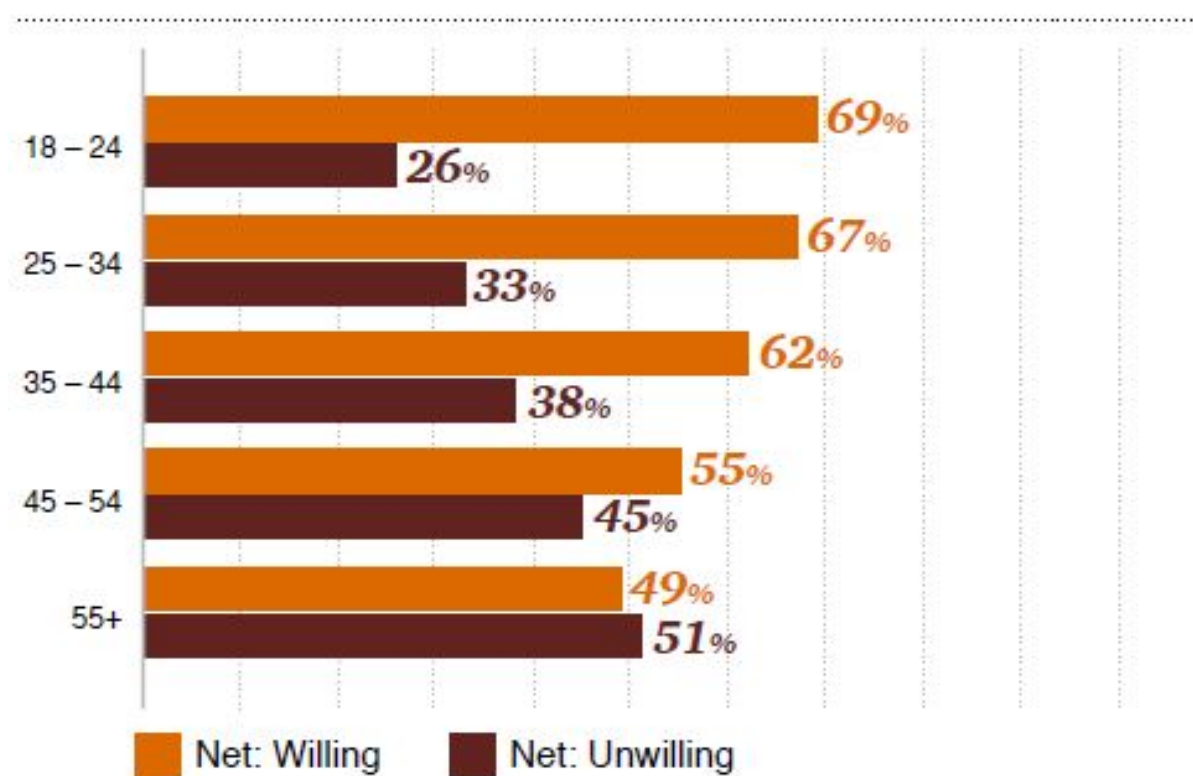
Fonte: PWC, What doctor? Why AI and robotics will define New Health

Também existem algumas diferenças em relação ao gênero, onde homens, na média geral, se mostram mais abertos a cuidados robóticos do que mulheres, 62% e

56% respectivamente. No entanto, na Turquia (91% contra 80%), Noruega (57% contra 42%) e Suécia (54% contra 41%) o quantitativo feminino se mostrou maior.

De acordo com a idade, Figura 4, os pesquisadores obtiveram os seguintes percentuais:

Figura 4 – Percentual de aceitação por faixa etária



Source: PwC survey

Fonte: PWC, What doctor? Why AI and robotics will define New Health

Entre as motivações que levariam as pessoas a confiar os cuidados com a saúde à IA, foram citadas principalmente a chance de obter um acesso mais rápido e fácil a serviços de saúde (36%) e a velocidade e exatidão de diagnósticos (33%). Já as razões citadas pelos que não estão disposto ao tratamento comandado por máquina foram falta de confiança na capacidade de tomar decisão dos robôs (47%) e falta de contato humano (41%).

Com isso é possível ver que mesmo que não tenham informações mais aprofundadas sobre o que é e como funciona de fato a tecnologia, pessoas aceitariam passar por procedimentos apenas pela promessa de qualidade e acessibilidade que vem com a IAM.

Mas os desafios não param por aí. A regulamentação governamental é outra barreira que pode prejudicar a inovação e criatividade.

6.4 A regulamentação

A medicina é altamente regulamentada. O que assusta os empresários e pesquisadores, que enxergam as regulamentações como um grande “Não” para novas ideias. Infelizmente, esta visão é verdadeira. A burocracia é vista como a maior barreira para a inovação, para o prejuízo coletivo.

O diretor da Accenture, Paul Daugherty, afirma que não será fácil, mas é necessário reavaliar o tipo de conhecimento e habilidades necessárias para o futuro. “Temos de atualizar as velhas leis e usar a própria inteligência artificial para criar novas leis que possam se adaptar e se auto aperfeiçoar, ajudando assim a preencher a lacuna entre o ritmo da mudança tecnológica e o tempo da resposta regulatória”, sugere Daugherty.

De acordo com Krishnapuram, existem outros quatro problemas regulamentares importantes: a) confusão em torno da propriedade de dados e da privacidade, pois não existe uma definição sobre de quem são os direitos sobre os dados que alimentam a IAM e nem sobre até onde estes dados podem ser usados sem violar a privacidade dos pacientes ou os regulamentos que os rodeiam; b) Incentivos disfuncionais, a forma de recompensa da IAM é baseada na qualidade dos cuidados enquanto a forma tradicional é baseada em volume, quantidade, de tratamentos e cuidados para um paciente, logo a mudança exigirá uma revisão do modelo tradicional; c) termos de responsabilidade, não está bem definido ainda quem assume o risco se algo der errado, pois um sistema não pode ser processado por negligência; d) o paradigma de pesquisa tradicional não tem suporte para a medicina personalizada, sobre a dificuldade em estabelecer padrões e linhas de base para tratamentos e medicamentos comuns quando cada paciente é tratado como um caso único.

Segundo Krishnapuram, resolver estas questões demanda estudos e debates para culminar em um novo consenso em torno da análise de dados.

6.5 O problema em torno dos dados

A IA é uma tecnologia capaz de gerar dados aproveitáveis para ensinar a tratar uma doença e coloca as pessoas comuns no centro de gestão de seu estado de saúde. A grande quantidade de dados úteis que podem ser gerados por estas pessoas comuns é o combustível da IA. O desafio será fazer o total aproveitamento deles para a prevenção e detecção de doenças.

De acordo com Eric Xing (BARLOW, 2016), a falta de dados médicos não é um problema, pois existem dados tanto de pacientes, quanto de médicos e estudos científicos. O problema é que os dados não estão sendo utilizados como deveriam, e ficam apenas armazenados em banco de dados com todo o seu potencial informativo.

A equipe de Xing está trabalhando no desenvolvimento de um sistema IA para a integração de dados de diversas fontes, que com a implantação de um algoritmo pode gerar modelos preditivos e ajudar médicos com a avaliação de riscos e maior qualidade de atendimento ao paciente.

6.6 Problemas ligados à implantação

Historicamente, a implantação tem sido difícil na área de saúde. Não existem aplicativos equivalentes a Registros médicos eletrônicos disponíveis nas lojas de aplicativos que permitiria que um médico instalasse um novo algoritmo.

Os lucros de um hospital gira em torno do sistema de taxas de serviços, e os hospitais tendem a priorizar aquilo com o que eles podem lucrar. Sob este sistema de taxas, é possível cobrar por cada processo do tratamento de um paciente. Para evitar o erro de diagnóstico, por exemplo, um paciente pode refazer testes já feitos e ser cobrado a cada vez que os fizer. Um sistema inteligente e com uma taxa de erro insignificante para testes e exames médicos pode reduzir a receita do hospital ou clínica e, por isto, não ser bem aceito.

6.7 IAM representa boa saúde para todos

Apesar das dificuldades de implantação, a inteligência artificial e as tecnologias robóticas têm sido vistas como áreas promissoras para a medicina. A explosão dos dados de saúde combinada com o aumento dos custos médicos e a falta de oferta de serviços de qualidade, pois existem mais problemas médicos do que médicos, deixou um buraco enorme que somente a tecnologia pode preencher.

A inteligência artificial é capaz de analisar os parâmetros anormais e desenhar um cenário futuro com grande precisão, permitindo que os médicos ajam conforme os resultados apontados. Ao longo dos últimos anos, o rápido progresso no desenvolvimento de tecnologias para diagnósticos mais rápidos e melhores e tratamentos mais eficazes, vem mostrando que é possível salvar mais vidas e curar mais doenças. E a população terá a oportunidade de viver uma vida mais saudável e melhor acompanhada por médicos cada vez mais capacitados e eficientes.

O objetivo final é o acesso à medicina e cuidados de qualidade para todas as pessoas. As vantagens econômicas e sociais resultantes da IAM são enormes, os cuidados médicos permanecem pessoais e não devem perder de vista o elemento humano.

Na pesquisa da PwC pode-se notar que o público está pronto para receber esta nova forma de cuidados com a saúde, mas assinala que algumas coisas devem acontecer antes:

- Governos: devem criar padrões de qualidade e um novo quadro regulamentar com incentivos apropriados à adoção de novas práticas, onde a IA e a robótica devem ser vistas como a maneira de tornar os cuidados com a saúde mais acessíveis.
- Profissionais da saúde: Devem entender o potencial da IAM e estar aberto à mudanças.
- Pacientes e público em geral: Devem se acostumar a IA em geral, para que a IAM seja aceita facilmente.
- Desenvolvedores de IA do setor privado: ao fornecer soluções orientadas a AI, o setor privado tem a oportunidade de modificar os cuidados médicos para melhor e devem aproveitar isto.
- Tomadores de decisão de instituições de Saúde: Precisam desenvolver uma base de evidências, medir o sucesso e a eficácia da nova tecnologia; Implementar em fases, priorizar e focar o que os consumidores desejam e precisam.

O poder transformador da tecnologia tem potencial para ajudar os líderes da indústria a fazer as mudanças fundamentais e necessárias na prestação de serviços para a garantia de cuidados proativos. É necessário aproveitar os dados, transformá-los em conhecimentos aplicados, mais baratos e com maior disponibilidade, tornando possível o surgimento de uma nova era da Saúde.

7 Conclusão

O desenvolvimento deste trabalho de graduação possibilitou uma análise de como as tecnologias de informação estão mudando as áreas em que são aplicadas, tendo como foco a Inteligência Artificial quando aplicada em cuidados médicos. Bem como permitiu uma avaliação dos desafios a serem superados para a entrada da IAM no mercado de cuidados com a saúde. Tendo como um dos cerne o medo do desemprego ocasional e os benefícios que podem vir para as partes interessadas, ou stakeholders.

A união e aplicação da IA com a medicina, como toda tecnologia, não é livre de falhas. Como exposto anteriormente, alguns obstáculos precisam ser superados. De um lado há o medo das pessoas por perderem seus empregos ao se tornarem obsoletas quando novas tecnologias surgem a cada momento e superam humanos em algumas tarefas, como exemplo o que vem acontecendo na radiologia e oncologia citado neste trabalho, ou por não confiarem em máquinas inteligentes, que podem assumir o controle de tudo. De outro lado, estão os benefícios que virão quando os medos das pessoas forem superados e a aceitação da IAM aumentar.

Em linhas gerais, verificou-se que, apesar dos desafios abordados serem significativos, os impactos da IAM são, em grande parte, benéficos para a população. Melhorando as condições de trabalho dos médicos, que tendo informações mais precisas podem se concentrar nos pontos mais importantes do atendimento e processos clínicos em geral, proporcionando um atendimento de qualidade e de baixo custo, por se tornar mais acessível, para os pacientes.

As pesquisas analisadas no decorrer do trabalho conseguem mostrar a situação atual do tema, bem como torna possível um vislumbre do que esperar do futuro da medicina. Também ficou evidente que a medida que as pessoas vão ficando cientes das vantagens, que chegam a superar as desvantagens, vão aceitando melhor novas formas de tratamentos médicos. O “novo” pode assustar inicialmente, mas quando discutido e posto à luz, pode ser bem aceito.

É importante que se formem mais rodas de discussão sobre o tema, para que dúvidas sejam sanadas e os medos extinguidos. As discussões não podem ficar reservadas apenas ao meio científico, mas devem estar abertas à população em geral, para que haja um melhor entendimento do que é, de como funciona e porque a IAM é importante e vantajosa.

7.1 Trabalhos Futuros

Na sequência do presente trabalho surgiram alguns pontos que se revelaram interessantes para uma abordagem mais detalhada. A seguir são listados possíveis temas de uma futura investigação:

- Um aprofundamento da IAM aplicada em tratamento de imagens e oncologia;
- Um estudo da IAM quando aplicada em testes e diagnósticos;
- Um estudo de como a inteligência artificial ajuda na descoberta de novos medicamentos;
- Uma investigação de como acontece o tratamento personalizado, proposto pela utilização de análise de dados.

Referências

- ARTIFICIAL Intelligence & Business Strategy. 1977. Disponível em: <<http://sloanreview.mit.edu/tag/artificial-intelligence-business-strategy/>>. Acesso em: 05/04/2017.
- BARLOW, M. *IA and Medicine*. 1. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2016.
- BRASIL, E. *Revolução em campo: a resposta da inteligência artificial aos desafios humanos*. 2016. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/desafios-inteligencia-artificial-ceo-summit/>>.
- CAMBRIDG, M. I. of T. *Machine Learning Group*. Disponível em: <<http://machinelearning.mit.edu/>>.
- CLABURN, T. *Artificial Intelligence: 10 Things To Know*. 2015. Disponível em: <<http://www.informationweek.com/software/artificial-intelligence-10-things-to-know/d/d-id/1323284>>. Acesso em: 04/04/2017.
- CLAIR, C. L.; GOWNDER, J. P. The Future Of White-Collar Work: Sharing Your Cubicle With Robots. *Forrester*, Junho 2016.
- COIERA, E. W. *Inteligência Artificial na Medicina*. Campinas: [s.n.], 1998. Disponível em: <<http://www.informaticamedica.org.br/informaticamedica/n0104/coiera.htm>>. Acesso em: 05/04/2017.
- DARPAS; DIETTERICH, T. *Wait, What? Conference*. 2015. Disponível em: <<http://webcast.video-files.com/darpa/live.html>>. Acesso em: 08/06/2017.
- DIRENE, A. *Visão Geral Sobre Inteligência Artificial*. Rio de Janeiro: [s.n.], -. Disponível em: <<http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/VIDA/ia.htm>>. Acesso em: 05/04/2017.
- EL-GAYAR, O.; TIMSINA, P. Opportunities for Business Intelligence and Big Data Analytics In Evidence Based Medicine. In: *International Conference on System Science*. [S.l.: s.n.], 2014.
- FRIZZELL, J. D.; LIANG, L. Prediction of 30-Day All-Cause Readmissions in Patients Hospitalized for Heart Failure. *JAMA Cardiology*, p. 204 – 209, 2017.
- GONÇALVES, N. *A Inteligência Artificial aplicada na Medicina*. 2017. Disponível em: <<https://www.cmtecnologia.com.br/tecnologia/inteligencia-artificial>>. Acesso em: 05/04/2017.
- GROVES, P.; KAYYALI, B.; AL at. The Big Data Revolution in Healthcare: Accelerating value and innovation. *McKinsey & Company*, 2013.
- GUILD, M.; DANAHER, T. *The Artificial Intelligence vs. Intelligence Augmentation Debate*. 2016. Disponível em: <<http://www.financialsense.com/contributors/guild/artificial-intelligence-vs-intelligence-augmentation-debate>>. Acesso em: 08/05/2017.
- HINTON, G.; BENGIO, Y.; LECUN, Y. Deep learning. *Nature*, n. 521, p. 436 – 444, 2015.

- LOTUFO, P. A. O escore de risco de Framingham para doenças cardiovasculares. *Revista Med*, n. 87, p. 232 – 237, 2008.
- MACHINE Learning For Digital Diagnosis: history, state of the art and perspective. *Artificial Inteligente in Medicine*, n. 23, p. 89 – 109, 2001.
- MICROSOFT. *Presentation: Predicting Congestive Heart Failure Risk of Readmission: Machine Learning + Microsoft Azure*. 2014.
- MITCHELL, T.; HILL, M. *Machine Learning*. 1. ed. [S.l.: s.n.], 1997. ISBN 0070428077.
- MORRISON, A.; RAO, A. *Machine learning overview (infographic)*. 2016. Disponível em: <<http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/a-look-at-machine-learning-infographic/>>.
- PWC. What doctor? Why AI and robotics will define New Health. *PwC Research*, 2017.
- RUSSAKOVSKY, O.; DENG, J.; SU, H. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. 2015.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Inteligência Artificial*. 3. ed. [S.l.]: Campus, 2013. ISSN 9788535237016.
- SAMUEL, A. L. Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of Research and Development*, v. 44, n. Janeiro, p. 206 – 226, 2000.
- SCHAPIRE, R. Theoretical Machine Learning. In: . [S.l.: s.n.], 2008.
- SENGUPTA, P. P. et al. Cognitive Machine-Learning Algorithm for Cardiac Imaging. *Cardiovascular Imaging*, v. 9, Junho 2016.
- SOCIETY, I. C. *The 13th IEEE International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing*. 2016. Disponível em: <<https://uic2016.sciencesconf.org/>>.
- STONE, P. et al. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LIFE IN 2030. *Report of the study panel*, 2016. Acesso em: 05/04/2017.
- TECHNOLOGIES, I. L. *Lark*. 2017. Disponível em: <<http://www.web.lark.com/>>. Acesso em: 01/07/2017.