

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AUXÍLIO DO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA SEPSE

Dércia Antunes de Souza
derciaantunes@uol.com.br
Fatec Bragança Pta

Thiago José do Nascimento
tjnascimento2010@hotmail.com
Fatec Bragança Pta

Everson Nunes de Almeida
everson.almeida@fatec.sp.gov.br
Fatec Bragança Pta

Patrícia Klinkerfus de Campos
patyklink70@hotmail.com
Fatec Bragança Pta

Resumo: Este trabalho tem como objetivo analisar a eficácia da inteligência artificial na área da saúde em relação a análise de quadros clínicos em pacientes com suspeita ou risco de anomalias que possam vir a resultar a óbito. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica onde será apresentada a comparação realizada entre o período de seis meses antes e seis meses após a implantação da referida tecnologia na unidade clínico-cirúrgica em um hospital particular na cidade de Curitiba-PR. Os dados do estudo foram adquiridos a partir da revisão de 60 casos de pacientes identificados com infecção ou sepse, no período de seis meses antes e seis meses após sua atuação em um hospital particular de Curitiba-PR. A partir de então foi apurado o tempo médio de atendimento e como resultado foi observado a redução de 25 minutos em comparação ao período anterior da implantação da tecnologia, sendo estatisticamente uma diferença relevante, tendo em vista a vantagem ou superioridade obtida pela inteligência artificial na identificação de infecções, se comparada aos métodos convencionais anteriormente utilizados. Conclui-se que, diante do estudo é plausível afirmar que a tecnologia utilizada acaba sendo promissora no auxílio médico aos profissionais de saúde no diagnóstico de situações de risco a vida.

Palavras Chave: Inteligência - Aprendizado - Sepse - Robô Laura® - Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

O ser humano é provido de inteligência, ela nos dá a capacidade de compreensão, resolução de novos problemas e conflitos e de adaptação a novas situações. Essa inteligência nos levou a desenvolver a organização social complexa em que vivemos hoje. A partir desta inteligência o homem foi desenvolvendo e avançando em tecnologia, e este avanço proporcionou a criação de uma superinteligência, denominada de inteligência artificial (IA), a qual é um tipo de inteligência similar à humana sendo exibida através de softwares, com o intuito de aprender, se adaptar e desempenhar tarefas como pessoas.

A inteligência artificial vem ocupando um papel muito importante na vida do ser humano, ela está presente em uma infinidade de atividades, recursos e programas hoje em dia, como exemplos nos setores de varejo online, esportes, mercado financeiro, entretenimento, e entre outros. No cenário mundial são “toneladas” de dados e informações para se analisar, e devida tão grande demanda, isso só é possível em tempo hábil, através de softwares especializados, é onde a inteligência artificial consegue tratar um número de informações que seriam impossíveis de serem conduzidas apenas pelo esforço humano.

Diante do crescente mercado desta tecnologia, a inteligência artificial vem ganhando notabilidade no cenário mundial em um campo muito importante de sua atuação, sendo este a área da saúde. O objetivo geral deste trabalho é analisar a eficácia da inteligência artificial na área da saúde em relação a análise de quadros clínicos em pacientes com suspeita ou risco de anomalias que possam vir a resultar a óbito.

Este trabalho tem como objetivo específico, identificar a capacidade da inteligência artificial através do robô cognitivo Laura em diagnosticar a sepse (termo que provém do grego sepsis que significa “putrefação”, o qual é usado como sinônimo de septicemia ou choque séptico sendo uma infecção generalizada causada pela presença na corrente sanguínea, de micro-organismos tóxicos ou causadores de doença, sendo também conhecida no meio popular como infecção hospitalar) em pacientes; realizar uma análise comparativa do tempo médio entre os meios tradicionais utilizados na identificação da doença e o método através da inteligência artificial, antes e após a implantação desta tecnologia, visando o menor tempo obtido, o que com isso poderia aumentar as chances de sobrevivência do portador de tal enfermidade e; apresentar a proporção de pacientes que chegaram a óbito entre os casos identificados com a infecção na unidade estudada antes e após a implantação do software.

A relevância do artigo tem por ideia considerar a habilidade da inteligência artificial em analisar e interpretar um conjunto de sintomas que um paciente esteja apresentando ou possa apresentar, sendo isto realizado através da consulta de banco de dados através do software de inteligência artificial, e a partir desse ponto conceber um diagnóstico em auxílio ao profissional de saúde na identificação da doença.

A metodologia do estudo é baseada em pesquisas bibliográficas, que irão apresentar se a inteligência artificial pode contribuir com a medicina na preservação da saúde e da vida. No estudo será apresentada a comparação realizada entre o período de seis meses antes e seis meses após a implantação da referida tecnologia em um hospital particular na unidade clínico-cirúrgica de um hospital em Curitiba-PR.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Em diversos setores temos presenciados os avanços tecnológicos, e na área da saúde não tem sido diferente. Essa área já passou a utilizar soluções com o uso da tecnologia digital no tratamento de pacientes, sendo uma delas a inteligência artificial (IA), a qual é um ramo de pesquisa da ciência da computação que se ocupa em desenvolver mecanismos e dispositivos tecnológicos que possam simular o raciocínio humano.

Segundo Westcon (2019), a IA na saúde é capaz de trazer inúmeros benefícios aos hospitais e clínicas, acelerando dessa forma a mudança nesse setor. Podemos esperar o aprimoramento em diversos ramos da saúde, dentre elas cinco melhorias que seriam: “Maior precisão dos diagnósticos, otimização do armazenamento de dados, ampla base de dados para diagnósticos precoces, softwares ágeis e prontuários eletrônicos e melhores recursos no tratamento de câncer” (WESTCON, 2019).

Sabemos que a velocidade de processamento de um computador é muito superior à do cérebro humano. Em entrevista ao Portal Hospital Brasil o Dr. Francisco Neri, *Chief Medical Informatics Officer*, obstetra e ginecologista do Grupo Santa Joana de São Paulo ressalta que “Computadores são capazes de vasculhar uma quantidade de informação impossível para o ser humano. Por isto, conseguem estabelecer relacionamentos entre os dados de saúde que permitem novos modelos de prevenção e tratamento, impossíveis de serem propostos por humanos” (PORTAL HOSPITAL BRASIL, 2019).

Assim sendo, teríamos um ganho de tempo sem precedentes na elaboração de diagnósticos médicos, o que poderia salvar muitas vidas e/ou reduzir os danos e efeitos colaterais causados por traumas ou doenças as quais passariam a ter menor tempo de atuação no corpo humano por conta de uma análise mais ágil e eficaz.

Como é de se esperar que a tecnologia avance cada vez mais, muitos se questionam se a IA poderá substituir os recursos humanos. Conforme é indicado por Aureo (2019) é importante ressaltar que a IA funciona através de uma máquina e que assim como humanos, é passível de erros, e em nenhum momento deve ser construída como uma forma de substituir os profissionais de saúde, mas sim como um apoio às medidas. Portanto, não devemos defender a ideia de que a IA deva substituir o profissional médico, mas sim a de ajudá-lo na tomada de decisões, para ganho de tempo e assertividade nos procedimentos médicos a serem iniciados no paciente ou até mesmo na prevenção de doenças.

Aureo (2019) indica que: “previsões de uma empresa de consultoria de negócios, a Frost & Sullivan, avaliam que até 2025, cerca de 65% dos hospitais do mundo utilizarão mecanismos de IA.” Tendo como base essa afirmativa poderemos ter em um curto espaço de tempo a inteligência artificial atuando de forma proveitosa em quase dois terços dos hospitais mundiais, auxiliando na preservação de milhões de vidas.

Uma das tecnologias utilizadas pela inteligência artificial é a *Machine Learning* que traduzida do inglês significa aprendizado de máquina. Segundo a IBM – *International Business Machines* (2020) é uma tecnologia onde os computadores têm a capacidade de aprender de acordo com as respostas esperadas por meio de associações de diferentes dados, os quais podem ser analisados por meio de imagens, números, registros e tudo o que essa tecnologia possa identificar.

Ainda de acordo a IBM (2020), um aplicativo ou *software com Machine Learning* é um tipo de programa que melhora automaticamente e gradualmente com o número de experiências em que ele é colocado para treinar. A partir de tal alegação entendemos que o aprendizado de máquina pode ser usado em tempo real para aprendizado de maneira autônoma com base nos dados coletados, apresentando maior precisão nos resultados com o passar do tempo ou das experiências adquiridas pela inteligência artificial.

Inteligência artificial e aprendizado de máquina também estão interligados com data mining (mineração de dados) que segundo o SAS – Statistical Analysis System (Sistema de Análise Estática) (2020): “é o processo de encontrar anomalias, padrões e correlações em grandes conjuntos de dados para prever resultados”.

Em resumo, a mineração de dados permite uma seleção dos dados inseridos e analisados onde o sistema entende o que é relevante para fazer um bom uso das informações, avaliando os resultados possíveis e acelerando o ritmo na tomada de decisões com base nas

informações. A mineração de dados é capaz de desenvolver modelos que podem estabelecer conexões entre milhões ou até mesmo bilhões de registros podendo prever tendências futuras.

Antes de prosseguirmos com a tecnologia envolvida temos que entender de maneira um pouco mais específica mesmo que de forma genérica o que é a sepse, o que ela pode causar e os dados dispostos com o estudo da implantação da inteligência artificial para o diagnóstico da doença.

Segundo o ILAS abreviação para Instituto Latino-Americano de Sepse (2020), a Sepse é um conjunto de manifestações graves em todo o organismo produzida por uma infecção, sendo esta conhecida antigamente como septicemia ou infecção no sangue, hoje sendo mais conhecida como infecção generalizada.

De forma geral não significa que a infecção está em todos os locais do organismo, por vezes a infecção pode estar localizada em apenas um órgão, como exemplo o pulmão, mas ela provoca em todo o organismo uma resposta com inflamação numa tentativa de combater o agente da infecção. Essa infecção pode comprometer o funcionamento de vários órgãos do paciente, onde poderá ocorrer a falência múltipla dos órgãos, vindo este a óbito.

No Brasil segundo o mesmo instituto e de acordo com o relatório nacional, a mortalidade por sepse chega aos 65% nos hospitais públicos e privados, enquanto a média mundial fica em torno de 30-40%. “Em 2003 aconteceram 398.000 casos e 227.000 mortes por choque séptico no Brasil (ILAS, 2016). Além do impacto causado pela elevada taxa de mortalidade a doença é responsável por 25% da ocupação dos leitos de UTI (Unidades de Terapia Intensiva) no Brasil.

No Brasil em 2016 tivemos o lançamento da primeira plataforma gerenciadora de risco voltada para área da saúde, através do curitibano Jacson Fressato o qual é idealizador do Robô Laura®, tendo colocado tal nome no robô como uma homenagem a sua filha, que veio a falecer em 2010 com apenas 18 dias após seu nascimento devido a sepse.

A finalidade ou objetivo do robô é realizar a identificação da sepse nos pacientes em tempo hábil para que estes tenham maiores chances de sobrevivência. Ao participar de uma Tribuna Livre da câmara municipal de Curitiba (2019), Fressato diz que “A Laura não é um robô físico. Está implantada em servidores da IBM, em vários locais do mundo. E, quando retorna com dados dos hospitais, devolve alarmes em relação a cada paciente. É uma inteligência artificial treinada por médicos especialistas, com capacidade para processar as informações em 3,8 segundos”. Ainda segundo a câmara municipal de Curitiba a meta do idealizador é impactar positivamente 1 bilhão de vidas por meio da plataforma inovadora. É de se esperar uma visão otimista a respeito da inteligência artificial e sua aplicação na saúde tendo como sustentação o avanço da tecnologia e as tendências deste ramo voltado para medicina.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo informações apresentadas pela equipe da Laura Networks (2020), o Robô Laura® é um software de inteligência artificial que ajuda hospitais e clínicas a evitarem danos e reduzirem custos, por meio de análises preditivas, onde pacientes em trajetória de risco são identificados de forma antecipada, dando a todos envolvidos a assistência médica de determinado paciente um tempo de resposta menor para iniciar o tratamento da sepse.

Sua atuação se dá através do gerenciamento de risco de forma autônoma em conexão ao banco de dados dos sistemas de informações do hospital. Dessa forma em tempo real o robô pode emitir sinais de alerta sobre pacientes em risco.

A lógica do aprendizado de máquina do robô Laura® segue as seguintes etapas: 1ª) acesso remoto ao banco de dados e hardwares/softwarees geradores de dados do hospital; 2ª)

mineração de dados para classificação dos registros anômalos, inconsistentes e faltosos; 3^a) classificação das coletas de dados e geração de alarmes de risco de cada um dos pacientes baseado no treinamento que o profissional médico ou especialista executou os algoritmos; 4^a) classificação de alarmes de acordo com a frequência e importância em zonas de risco, que é transmitido visualmente para a equipe de assistência em painéis ou monitores à vista, que são instalados nos postos de enfermagem do hospital, informando sobre o cenário de risco; 5^a) ativação automática da funcionalidade espectro de comunicação quando a zona de risco com mais criticidade é ativada e os dados seguem alertando sobre o dano.

Tais recursos são controlados por meio da inteligência artificial através de 263 softwares, onde é gerenciado o envio de mensagens por SMS (Short Message Service) e E-mails, sendo visado chamar a atenção dos especialistas sobre o perigo inerente detectado pelo robô. Tais alarmes tem por objetivo alertar os profissionais da saúde para antecipar o atendimento direcionado a pacientes de risco.



Figura 1. Ilustração da sequência de aprendizado pelo Robô Laura até a geração de alertas quando identificado o risco pelo sistema com base no banco de dados que foram inseridos.

Fonte: DataRain (2020)

O processo de implantação do robô Laura® se deu pela primeira vez em 23 de julho de 2016 no Hospital Nossa Senhora das Graças em Curitiba no estado do Paraná, onde a partir de então foi condicionado com o protocolo de sepse em vigência na instituição. O robô fazia utilização de critérios de sinais vitais alterados e disfunções do organismo para identificação de pacientes em risco. Após o intervalo de aprendizagem supervisionada do robô, por meio de leitura da base de dados de pacientes em protocolo de sepse já existentes na instituição, o robô foi definitivamente implantado em 23 de setembro do mesmo ano, como projeto piloto em duas unidades de internação sendo a unidade oncológica e a unidade clínico-cirúrgica.

A partir da implantação o robô passou a rastrear todos os registros dos prontuários eletrônicos de pacientes internados a cada 3,8 segundos, analisando a informação sobre os sinais vitais que foram inseridos pela equipe assistencial médica, juntamente com exames laboratoriais de hemograma e plaquetas na procura de combinações de risco para sepse previamente aprendidas pela máquina.

Quando o Robô Laura® identifica combinações de risco para uma infecção generalizada, um alerta visual é gerado (Figura 2) e transmitido em um monitor localizado no

posto de enfermagem, onde simultaneamente mensagens de texto são encaminhadas para o número de celular dos profissionais de saúde das unidades de internação previamente cadastrados para que os mesmos sejam alertados a verificarem as condições do paciente em risco, dando início ao tratamento da doença (o sistema também analisa o tempo médio de atendimento). Se o robô mandar mensagem para um médico e ele ignorar por qualquer motivo, a mensagem é enviada a outros médicos até que o atendimento seja realizado.



Figura 2. Monitor indicando um alerta de risco.

Fonte: Summit Saúde (2020)

A partir de tal compreensão do funcionamento do Robô Laura® é possível exibir dados estatísticos apresentados em estudos anteriores após a implantação do robô, fazendo-se o comparativo no período de seis meses antes e seis meses após da atuação da tecnologia de inteligência artificial.

O referido estudo foi dividido em dois períodos contendo um total de 974 pacientes na unidade clínico-cirúrgica no Período 1 e 1086 pacientes no Período 2, segundo os dados de estatística hospitalar.

Um total de 60 pacientes analisados foram identificados com suspeita de infecção, sendo 30 pacientes em cada período, por meio dos métodos de busca ativa habituais da instituição de saúde (consumo de antimicrobianos, culturas microbiológicas positivas e protocolo de sepse). Quanto a identificação dos primeiros sinais da infecção generalizada, 36 pacientes (60%) tiveram a primeira evidência relacionada à infecção registrada no prontuário eletrônico após a internação na unidade clínico cirúrgica, os quais foram considerados para avaliação do perfil e do tempo para a administração da medicação (antimicrobiano) nos períodos antes e após a implantação do software de inteligência artificial.

A apresentação dos resultados será dividida em duas partes, sendo a primeira concernente à amostra de 36 pacientes internados na unidade clínico-cirúrgica que tiveram o primeiro diagnóstico de infecção a partir da internação e a segunda parte referente à amostra relacionada a 60 pacientes internados com algum tipo de infecção também na unidade clínico-cirúrgica, independente se o primeiro sinal da infecção foi na internação ou no pronto atendimento, para que dessa forma também possa ser realizada a análise em relação aos alarmes emitidos pela inteligência artificial do robô Laura antes e após sua implantação.

Entre os 36 pacientes identificados com o primeiro sinal de infecção registrado durante a internação na unidade clínico-cirúrgica, 19 destes foram do Período 1 e 17 do

Período 2. Na tabela 1 segue resumo dos perfis de amostra nos dois períodos, onde comparados (antes e depois da implantação do robô), não foi apresentado diferença significativa no perfil dos pacientes pesquisados. A idade média dos pacientes ficou em 63,7 no primeiro período e 51,8 anos no segundo período ($p = 0,11$). O índice de comorbidade de Charlson (ICC – índice de classificação em que duas ou mais doenças estão relacionadas) ≥ 6 no Período 1 foi de 31,6% e 29,4% no Período 2 ($p = 1,00$). A presença de ao menos dois dos critérios SIRS (Síndrome da resposta inflamatória sistêmica) na ocasião do diagnóstico da infecção foi de 78,9% no Período 1 e 76,5% no Período 2 ($p = 1,00$). Já os sinais de disfunção orgânica estavam presentes em 52,6% e 35,3% dos pacientes ($p = 0,33$) nos períodos 1 e 2. Em relação percentual do escore SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment* – Avaliação sequencial de falência orgânica) foi de 47,4% e 35,3% ($p = 51$) nos períodos 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1 - Caracterização de amostra de pacientes que apresentaram primeiros sinais de infecção na Unidade Clínico-Cirúrgica

Variável	Período 1*	Período 2*	Valor p
Número de pacientes	19	17	
Idade (anos)	63,7	51,8	0,11
Sexo			
F	10/19 (52,6%)	8/17 (47,1%)	1,00
M	9/19 (47,4%)	9/17 (52,9%)	
Charlson ≥ 6	6/19 (31,6%)	5/17 (29,4%)	1,00
SIRS	15/19 (78,9%)	13/17 (76,5%)	1,00
Disfunção orgânica	10/19 (52,6%)	6/17(35,3%)	0,33
SOFA ≥ 2	9/19 (47,4%)	6/17 (35,3%)	0,51
Sepse	8/19 (42,1%)	6/17 (35,3%)	0,54
Choque séptico	1/19 (5,3%)	0/17 (0%)	0,54
Origem comunitária	14/19 (73,7%)	12/17 (70,6%)	1,00
Permanência hospitalar (dias)	21,8	17,4	0,63
Óbito até 30 dias do diagnóstico de infecção	3/19 (15,8%)	2/17 (11,8%)	1,00

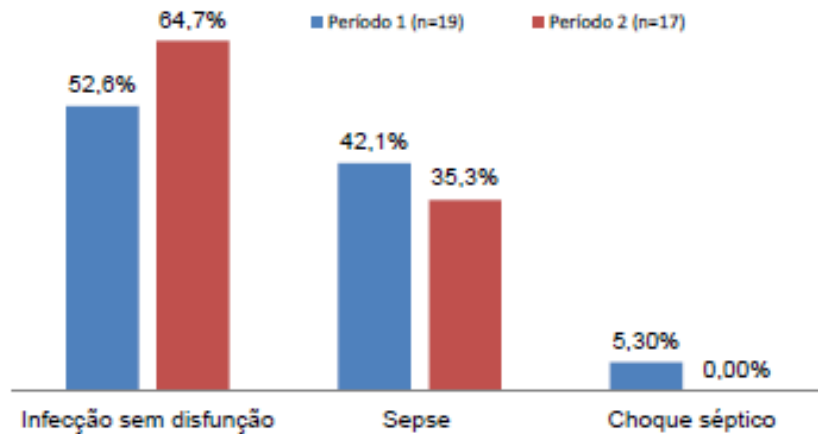
*Período 1: abril à setembro de 2016; Período 2: outubro de 2016 à Março de 2017.

Fonte: Kalil (2017)

Quanto a classificação da infecção em momento do diagnóstico anterior da prescrição da medicação, a infecção sem disfunção (aquela que, tendo ou não os critérios de SIRS,

possui foco infeccioso suspeito ou confirmado como bacteriano, viral, fúngico, etc., mas sem apresentar disfunção orgânica) representou a maioria dos casos (10/19 e 11/17), seguido da sepse (8/19 e 6/17) e choque séptico (1/19 e 0/17) respectivamente nos períodos 1 e 2, dessa forma não tendo sido detectada diferença demasiadamente significativa de tal perfil entre os dois períodos de análise ($p=0,54$), conforme pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 - Perfil dos pacientes em relação à classificação de acordo com o período do estudo.



Fonte: Kalil (2017)

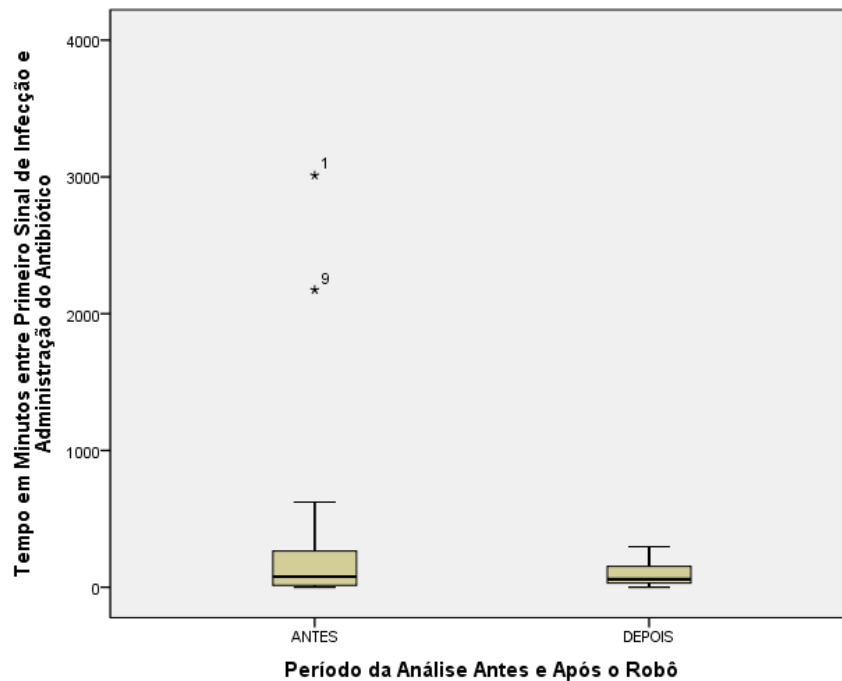
De acordo ao intervalo de tempo entre os primeiros sinais de infecção (SIRS ou disfunção orgânica), com relação aos episódios de infecção e a prescrição da primeira dose do antibiótico (ver Tabela 2, Figura 4 e Figura 5), o tempo médio e mediana em minutos foram de 390/77 minutos no Período 1 respectivamente e 109/58 minutos no Período 2, diferença $p=0,85$.

Tabela 2 - Intervalo de tempo para prescrição da primeira dose do antibiótico a partir do primeiro sinal de infecção.

Variável	Período 1 (Média/Mediana)	Período 2 (Média/Mediana)	valor <i>p</i>
Intervalo (min) entre primeiro sinal de Infecção e prescrição da primeira dose de antimicrobiano	390/77	109/58	0,85

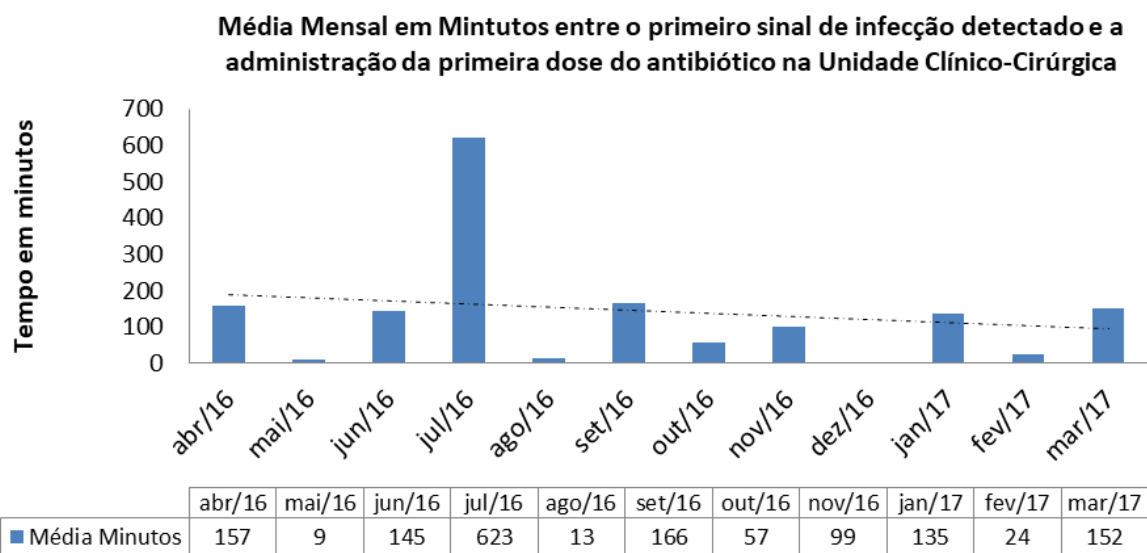
Fonte: Kalil (2017)

Figura 4. Intervalo de tempo em minutos entre o primeiro sinal de infecção e a prescrição da primeira dose do antimicrobiano para pacientes internados na unidade clínico-cirúrgica.



Fonte: Kalil (2017)

Figura 5. Média mensal em minutos entre o primeiro sinal de Infecção e a prescrição da primeira dose do antimicrobiano para pacientes internados na unidade clínico-cirúrgica.



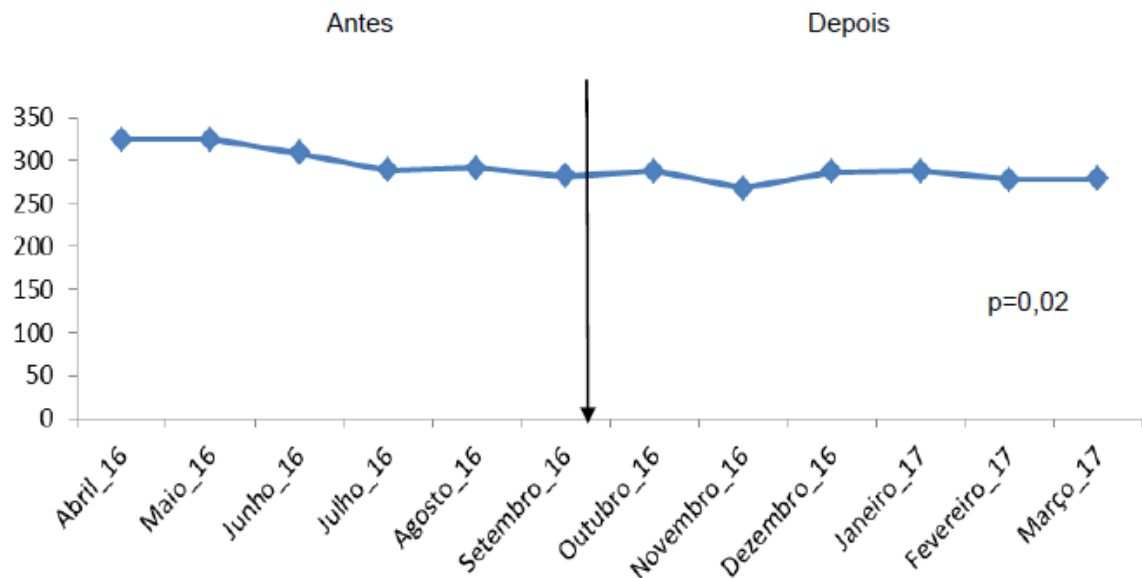
Fonte: Kalil (2017)

Referente a análise da informação gerada de forma autônoma pelo robô em relação ao tempo médio de atendimento o qual é medido o intervalo entre a inserção de dados no sistema de prontuário eletrônico, foi possível notar uma redução estatisticamente falando significativa, ($p=0,02$) entre as médias no período antes e após a implementação da tecnologia do Robô Laura® (305 min. e 280 min. respectivamente), ficando de forma evidente um menor

intervalo de tempo resposta entre as inserções de informação pela equipe assistencial no prontuário do paciente.

*TMA= Tempo médio de atendimento em minutos

Figura 6. Análise do tempo médio de atendimento (TMA*) em minutos seis meses antes e após a Implantação do robô na unidade clínico-cirúrgica.



Fonte: Kalil (2017)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração que o estudo teve como objetivo geral analisar a eficácia da inteligência artificial na área da saúde em relação a quadros clínicos em pacientes com suspeita ou risco de anomalias (sepse) que possam vir a resultar a óbito, mesmo que retrospectivamente por conta da análise realizada antes a após a implantação do robô cognitivo gerenciador de risco entre o período de seis meses antes e seis após sua implantação em setembro do ano de 2016.

No processo de identificação da sepse em uma unidade clínico-cirúrgica, a partir das análises realizadas e dos dados apresentados é possível dizer que a inteligência artificial pôde influenciar de forma positiva no desempenho da função na identificação da sepse, tendo em vista sua superioridade ou vantagem na média do TMA (tempo médio de atendimento) comparando os dois períodos de análise entre o primeiro sinal de infecção e a administração da primeira dose do antimicrobiano.

Entretanto, talvez, devido ao pouco número de casos da pesquisa, não houve um impacto considerável (estatisticamente não houve diferença significativa) em relação aos dados de mortalidades e de evolução para o choque séptico, pois para análise dos impactos em relação a mortalidade seria sugerido um estudo com outro formato e metodologia, devida a quantidade de variáveis como idade, comorbidade, dias de internamento entre outros que podem estar relacionados às mortes ocasionadas pela sepse.

Quanto ao uso da inteligência artificial para identificar os riscos em velocidade superior àquela introduzida na rotina da equipe médica e assistencial afim de gerar sinais

áudio visuais comunicativos de alertas aos profissionais e peritos da saúde como melhoria na assistência, podemos afirmar que é uma faculdade a ser explorada em relação ao aprendizado de máquina e mineração de dados para entendimento da evolução de cada paciente, onde estas informações podem potencializar a geração de conhecimento e geração de pesquisas, dessa forma resultando em melhorias e qualidades nos atendimentos nas instituições de saúde.

REFERÊNCIAS

- AUREO, Marcel.** Inteligência artificial na saúde/colunistas. Disponível em: <<https://www.sanarmed.com/inteligencia-artificial-na-saude-colunistas>>. Acesso em: 08 jul. 2020.
- BOSTROM, Nick.** Superinteligência: caminhos, perigos e estratégias para um novo mundo. Trad. Patrícia Jeremias e Clemente Gentil Penna. 1ª. Ed. Rio de Janeiro: Darkside, 2018. 480p.
- CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA:** Criador do robô Laura, Jacson Fressatto retorna a Tribuna Livre. Disponível em: <https://www.cmc.pr.gov.br/ass_det.php?not=31286>. Acesso em: 13 jul. 2020.
- CESÁRIO, Evenson; NAKAMURA, Cristiane; GUIMEL, Yohan; CARVALHO, Deborah.** Técnicas de Inteligência Artificial para Reconhecimento de Sepsis em Ambientes Hospitalares: Revisão Integrativa. Metodologia científica. 2019.
- DATA RAIN.** Robô Laura. Descubra como ele está inovando a saúde. Disponível em: <<https://www.datarain.com.br/blog/ia- robo-laura/>>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- IBM.** Machine Learning e Ciência de dados com IBM Watson. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/analytics/machine-learning>>. Acesso em: 08 nov. 2020.
- ILAS.** Instituto Latino-Americano de Sepsis. Disponível em: <<https://ilas.org.br/o-que-e-sepsis.php>>. Acesso em 08 nov. 2020.
- KALIL, Aline Junskowski.** Avaliação do impacto na Identificação de pacientes com risco de sepsis após implantação de um robô cognitivo gerenciador de risco (Robô Laura®). Metodologia do trabalho científico. 2017.
- LAURA.** Robô Laura – Inteligência Artificial. Disponível em: <<http://www.laura-br.com/>>. Acesso em: 28 Out. 2020.
- LOTTENBERG, Claudio.** A revolução digital na saúde: como a inteligência artificial e a internet das coisas tornam o cuidado mais humano, eficiente e sustentável. 1ª. Ed. São Paulo: Editora dos editores, 2019. 176p.
- PORTAL HOSPITAIS BRASIL.** Inteligência artificial na saúde, aplicações, benefícios e ameaças. Disponível em: <<https://portalhospitaisbrasil.com.br/inteligencia-artificial-na-saude-aplicacoes-beneficios-e-ameacas/>>. Acesso em: 08 jul. 2020.
- SAS.** Mineração de dados. Disponível em: <https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/mineracao-de-dados.html>. Acesso em 08 Nov 2020.
- SUMMIT SAÚDE BRASIL.** Robô Laura usa inteligência artificial para detectar sepsis. Disponível em: <<https://summitsaude.estadao.com.br/tecnologia/robo-laura-usa-inteligencia-artificial-para-detectar-sepsis/>>. Acesso em: 01 nov. 2020.
- TEC MUNDO.** Algoritmo da Vida e Robô Laura – Reportagem especial. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=FaxfrS-ViCw>>. Acesso em: 31 out. 2020.
- TED X.** Sonho de Laura. O algoritmo que salva vidas. Jac Fressatto. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HW_MyKPSGgU>. Acesso em: 28 out. 2020.
- WESTCON.** Blog Brasil: 5 benefícios da inteligência artificial na saúde. Disponível em: <<https://blogbrasil.westcon.com/5-beneficios-da-inteligencia-artificial-na-saude>>. Acesso em: 08 jul. 2020.