

---

## APLICAÇÕES E BENEFÍCIOS OBTIDOS ATRAVÉS DAS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNA)

---

Arthur Lima Siqueira da Silva<sup>9</sup>  
Valdick B. de Sales Junior<sup>10</sup>

### RESUMO

Este artigo tem como objetivo expor os benefícios relacionados ao uso e a aplicação das redes neurais artificiais na resolução de problemas. Por meio de pesquisas e desenvolvimentos, já realizados em diversas áreas da vida humana, utilizando a tecnologia das RNA, é possível constatar seu progresso e desempenho, bem como validar a utilidade e benefícios de se recorrer a esta forma tecnológica para solução de casos específicos. Visado o fato de que o ser humano está sempre em busca do progresso e desenvolvimento, iremos explorar essa sede de aprendizado, que deu origem a técnicas baseadas no próprio homo sapiens, buscando a inserção ou integração da forma de funcionamento do próprio cérebro humano em processos lógicos, racionais e matemáticos.

**Palavras-chave:** Redes Neurais Artificiais; soluções; aplicação; neurônios; aprendizado; adaptável.

### 1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, o ser humano tenta desenvolver métodos de forma lógica e racional, com o propósito de facilitar sua vida e solucionar problemas descobertos ao longo dos séculos. Tendo em vista o próprio homem como um modelo de perfeição, e de organismo complexo, capaz de adquirir aprendizado e tornar-se adaptável a quase todas as situações, iniciaram-se estudos e desenvolvimentos de máquinas inspiradas em nosso potencial.

Redes Neurais Artificiais (RNA) é um termo utilizado para definir técnicas computacionais que utilizam um modelo matemático inspirado no sistema nervoso central do ser humano, o qual adquire conhecimento através da experiência. Após o estudo e desenvolvimento desta área da computação, foi verificado que sua aplicação demasiada útil e bem sucedida em diversos setores da sociedade: saúde, economia, transporte, educação, indústria de máquinas, tudo graças a sua capacidade adaptativa, e ao fato de poder induzi-la a agir em prol da solução de

---

<sup>9</sup> <arthur.lima\_12@hotmail.com>.

<sup>10</sup> <valdicksales@gmail.com>.

casos em um nicho ou problema específico.

Este artigo irá esclarecer o que é uma RNA, como a mesma funciona, além de trazer exemplos práticos de como a mesma pode ser aplicada e bem sucedida em diversos âmbitos da vida do ser humano de forma benéfica.

## 2. ENTENDENDO O QUE É UMA REDE NEURAL ARTIFICIAL (RNA)

### a. Conhecendo os Neurônios Biológicos

Tudo o que existe e já foi criado pelas mãos do homem foi uma obra direta ou indiretamente processada em nossas mentes. O cérebro humano é considerado o objeto mais fascinante em termos de processamento que já existiu na face da terra até hoje! Sendo composto por uma rede neural com cerca de 10 bilhões de neurônios, com cada um deles conectado uns aos outros através de sinapses; essa é nossa rede neural orgânica. Essa rede nos fornece uma fabulosa capacidade de processamento e armazenamento de informação.

O sistema nervoso é formado por um conjunto extremamente complexo de neurônios. Nos neurônios a comunicação é realizada através de impulsos, quando um impulso é recebido, o neurônio o processa, e passado um limite de ação, dispara um segundo impulso que produz uma substância neurotransmissora a qual flui do corpo celular para o axônio (que por sua vez pode ou não estar conectado a um dendrito de outra célula). O neurônio que transmite o pulso pode controlar a frequência de pulsos aumentando ou diminuindo a polaridade na membrana pós-sináptica. Eles têm um papel essencial na determinação do funcionamento, comportamento e do raciocínio do ser humano. Ao contrário das redes neurais artificiais, redes neurais naturais não transmitem sinais negativos, sua ativação é medida pela frequência com que emite pulsos, frequência esta de pulsos contínuos e positivos. As redes naturais não são uniformes como as redes artificiais, e apresentam uniformidade apenas em alguns pontos do organismo. Seus pulsos não são síncronos ou assíncronos, devido ao fato de não serem contínuos, o que a difere de redes artificiais (TATIBANA & KAETSU, 2017).

Os principais componentes de um neurônio são:

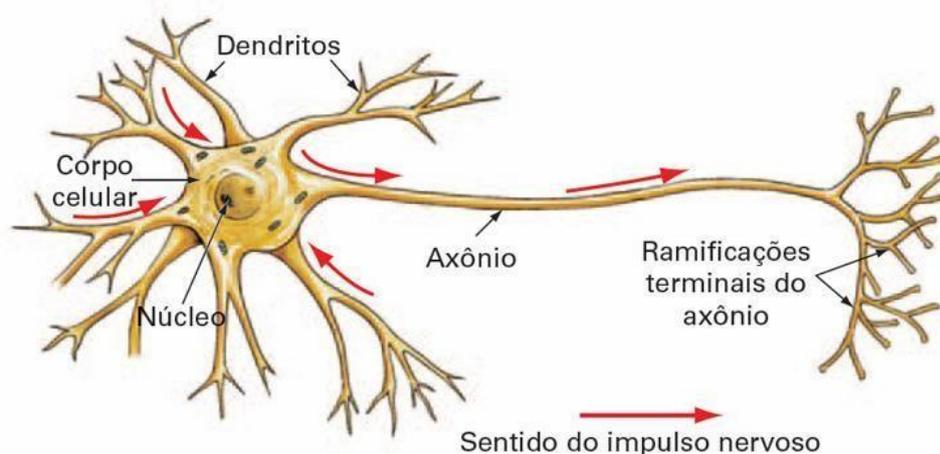
1. Dendritos: recebe os estímulos transmitidos por outros neurônios (entrada de informação).
2. Somma ou Corpo Celular: Coletar e combinar as informações vindas dos neurônios (processamento de informação).
3. Axônio: Constituído de uma fibra tubular, transmite os estímulos para

outras células (Saída de informação).

**Figura 01. Esquema dos constituintes da célula neural.**

**Fonte: Imagem obtida no Google.**

Tendo em vista o funcionamento do neurônio, é possível fazer uma correlação de semelhança com a forma que a computação é trabalhada e entender um pouco melhor a proposta de processamento das RNAs. Assim, segue o princípio de processamento de qualquer situação: receber a informação (dados), trabalhar a mesma para obter o resultado ou resposta desejada, e enviar de volta a informação já processada.

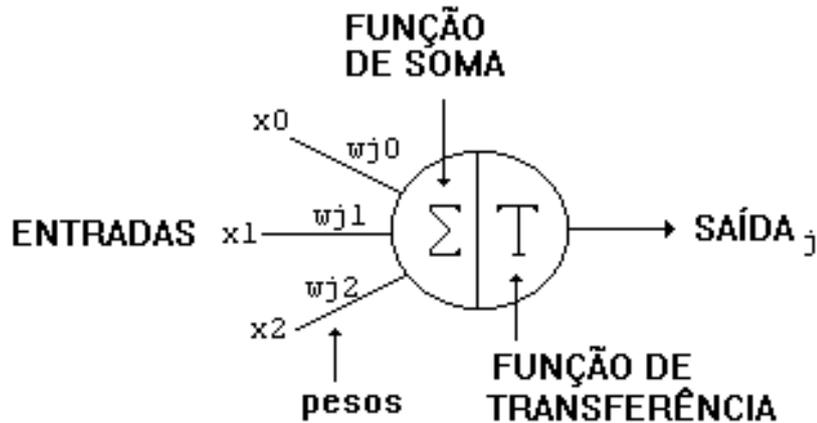


## **b. Conhecendo os Neurônios Artificiais**

Baseando-se no sistema neural biológico, era preciso criar neurônios artificiais de uma forma lógica, para a formação de uma RNA.

Segundo a publicação de Malcon Anderson Tafner, na revista *Cérebro e Mente*. Tendo isso em vista, foi criada uma estrutura lógico-matemática que procura simular a forma, o comportamento e as funções de um neurônio biológico. Dessa forma, no lugar dos dendritos utilizamos “Entradas”, cujas ligações com o corpo celular artificial são realizados através do que chamamos de “Pesos” (simultâneo às sinapses). Os estímulos captados pelas entradas são calculados pela “Função de Soma”, e o axônio que transmite a informação após o processo foi substituído pela função de transferência (TAFNER, 1998).

Figura 02. Função de um neurônio artificial.



Fonte: Imagem obtida no Google.

### c. Formando a Rede Neural Artificial

Realizado a criação dos neurônios artificiais, assim como no sistema biológico, é necessário realizar a junção de neurônios artificiais para dar surgimento a uma rede neural artificial, a qual, da mesma forma que os neurônios artificiais, trabalham de forma matemática e lógica.

Tafner explica ainda que as entradas simulam uma área de captação de estímulos, as quais pode se conectar a diversos neurônios, resultando assim em uma série de saídas, onde cada neurônio irá representar uma saída. Se compararmos essas conexões com as do sistema biológico, irão representar os dendritos com outros neurônios, formando assim as sinapses. A função da conexão, em si, é tornar o sinal de saída do neurônio atual, um sinal de entrada para outro neurônio, ou ainda um sinal de saída para o mundo exterior (mundo real). As inúmeras possibilidades de conexões entre as camadas de neurônios tornam possível gerar diversos números de estruturas diferentes (TAFNER, 1998).

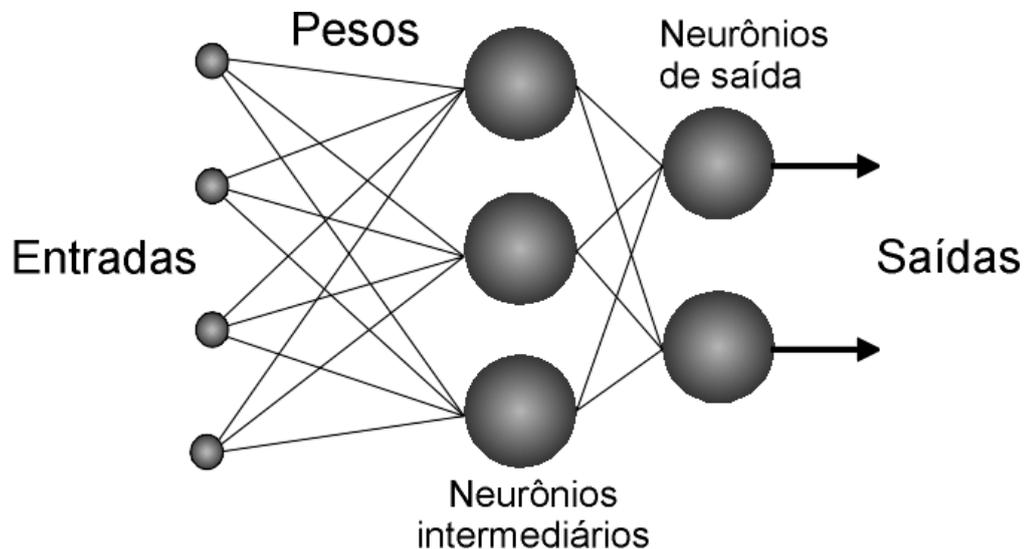


Figura 03. Exemplo de uma Rede Neural Artificial de 2 camadas com 4 entradas e 2 saídas.

Fonte: Imagem obtida no Google.

Existem muitas variáveis em um sistema de rede neural, utilizando-as de diferentes formas é possível modificar a arquitetura da RNA conforme a necessidade da aplicação ou desejo do desenvolvedor.

As variáveis ressaltadas por Tafner (1998) que compõem uma rede neural, e que ficam sujeitos a uma modificação, são o seguinte:

- Conexões entre as camadas;
- Camadas intermediárias;
- Quantidade de neurônios;
- Função de transferência;
- Algoritmo de aprendizagem.

### 3. SURGIMENTO DAS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

As primeiras ideias com relação à neuro computação foram registradas em 1943, por dois estudiosos: MacCulloch e Pitts. Em seus artigos eles desenvolveram

a possibilidade da criação de uma máquina baseada e inspirada na capacidade cérebro humano (MACCULLOCH & PITTS, 1943).

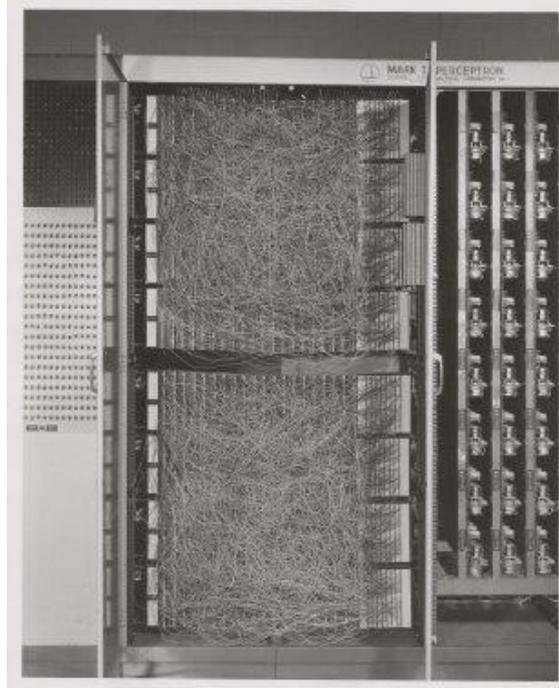
Apesar da iniciativa de Pitts e MacCulloch, muito pouco resultado foi obtido; várias literaturas sobre o assunto foram redigidas e impressas, mas sem grande peso relevante, até ser lançado o livro “The Organization Of Behavior” (A Organização do Comportamento), escrito por Donald Hebb na década de 1949.

As ideias publicadas por Hebb não eram inteiramente novas, mesmo assim, ele foi o primeiro a propor uma lei de aprendizagem específica para as sinapses dos neurônios. Isto serviu de inspiração para vários outros pesquisadores adotarem esta ideia (HEBB, 1949).

Conforme publicado por Cassia Yuri Tatibana e Deisi Yuki Kaetsu, no início da década seguinte houve a construção do primeiro neuro computador, denominado Snark, por Mavin Minsky, em 1951. O Snark operava com sucesso a partir de um ponto de partida técnico, ajustando seus pesos automaticamente. Entretanto, ele nunca executou qualquer função de processamento de informação interessante, mas serviu de inspiração para as ideias de estruturas que o sucederam. Em 1956, em uma faculdade norte-americana, a Dartmouth College, surgiu os dois paradigmas da inteligência artificial: o conexionista e a simbólica. A Inteligência Artificial Simbólica tenta simular o comportamento inteligente humano desconsiderando os mecanismos responsáveis por tal. Já a Inteligência Artificial Conexionista acredita que se construindo um sistema que simule a estrutura do cérebro, este sistema apresentará inteligência, ou seja, será capaz de aprender, assimilar, errar e aprender com seus erros (TATIBANA & KAETSU, 2017).

O primeiro neuro computador a obter sucesso foi criado em 1957 e 1958, criado por Frank Rosenblatt, e Charles Wightman e outros, nomeado de Mark I Perceptron. Por conta da profundidade de seus estudos, das suas contribuições técnicas e de sua maneira moderna de pensar, muitos o veem como o fundador da neuro computação na forma em que a temos hoje. A sua intenção para a criação do Perceptron era uma máquina para realizar o reconhecimento de padrões (TATIBANA & KAETSU, 2017).

**Figura 04. Mark I Perceptron.**



Fonte: Imagem obtida no Google.

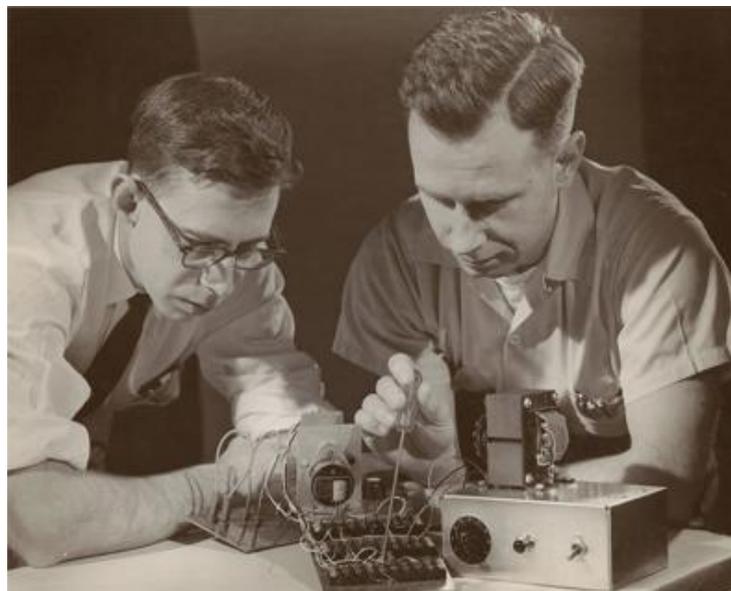


Figura 05. Frank Rosenblatt e Charles Wightman.

**Fonte: Imagem obtida no Google.**

Apesar de um terço dos pesquisadores da área terem aderido à mesma pela influência de Hopfield, foi em 1986 que este campo de pesquisa "explodiu" com a publicação do livro "Parallel Distributed Processing" (Processamento Distribuído Paralelo) editado por David Rumelhart e James McClelland.

Em 1987 ocorreu em São Francisco a primeira conferência de redes neurais em tempos modernos, a IEEE International Conference on Neural Networks, e também foi formada a International Neural Networks Society (INNS). A partir destes acontecimentos decorreram a fundação do INNS journal em 1989, seguido do Neural Computation e do IEEE Transactions on Neural Networks em 1990.

Desde 1987, muitas universidades anunciaram a formação de institutos de pesquisa e programas de educação em neuro computação (TATIBANA & KAETSU, 2017).

#### **4. OS BENEFÍCIOS A SE ESPERAR DAS REDES NEURDES ARTIFICIAIS**

De nada adiantaria a ambição de criar um sistema tão complexo, se não pudéssemos responder a pergunta: Qual seria a utilidade de uma rede neural artificial para o homem ou sociedade? Esse é o ponto chave que devemos focar para entender o quão proveitosa essa tecnologia pode ser, caso seja bem empregada.

Uma rede neural artificial tem a capacidade de aprender e generalizar. Elas adquirem e acumulam conhecimento em seu ambiente, podendo adaptar parâmetros internos ou externos para adequar-se ao cenário em que é inserida. É facilmente possível imaginar vários cenários onde poderíamos imaginar a atuação da máquina substituindo a presença do homem por diversos motivos: segurança, precisão, confiabilidade etc. Alguns exemplos seriam trabalhos em reatores nucleares, trabalhos com fogo, ou mesmo no campo militar, visando utilizar a máquina para proteção do homem, ou em trabalhos tediosos e extremamente cansativos como cálculo excessivo de valores, correção de dados de formulários, verificação contínua de informação, ambientes onde o ser humano seria facilmente afetado por fatores como cansaço, sono, preguiça, indisposição, etc., causando assim a distração da mente humana, o que inevitavelmente nos leva ao erro, onde por vezes este pode significar grande perda. A máquina dotada de uma RNA bem estruturada poderia realizar todos estes trabalhos sem estar suscetível a qualquer destes erros humanos, tendo ainda a habilidade de adaptar-se a situações diversas em seu ambiente, além de superar o cérebro humano na capacidade de armazenamento de um histórico de informações.

## a. Ideias para as Redes Neurais Artificiais

I. Inserção das RNAs nas Finanças! Conforme explica o Prof. André Ponce de Leon F. de Carvalho do departamento de computação e ciência, análise financeira é uma das aplicações que se mostram extremamente promissoras, adequando-se muito bem a proposta de sistema das redes neurais artificiais. No setor de serviços financeiros, sistemas de suporte a decisões, tomou espaço em um grande leque de tarefas, algumas delas seriam:

- Projeção de autorização de crédito;
- Avaliação de risco de falência;
- Previsão econômica e financeira;
- Avaliação de crédito (CARVALHO, s.d.).

Conforme explicado pelo Prof. André Ponce de Leon Ferreira de Carvalho, do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo: o mercado financeiro é afetado por um grande número de fatores econômicos, políticos e psicológicos, altamente relacionados e que interagem entre si de uma maneira bastante complexa. A maior parte destas relações parecem ser probabilísticas e não-lineares. Portanto, estas relações dificilmente podem ser expressas através de regras determinísticas. Os sistemas financeiros de suporte a decisões devem transformar grandes quantidades de dados em classificações inteligíveis, reconhecendo tendências e padrões no conjunto de dados. Qualquer pequena melhoria de desempenho nestes sistemas pode gerar muitos benefícios financeiros. Na maioria dos ambientes de decisão, os gerentes trabalham com uma enorme variedade de informações vindas das mais diversas fontes. Muitas destas informações podem ser incompletas, ambíguas, parcialmente incorretas ou de relevância dúbia. Os gerentes analisam estas informações de uma maneira muito subjetiva. Muitas vezes eles não sabem explicar os processos de tomada das decisões, mas conseguem apontar os fatores que influenciam suas decisões. Os sistemas que utilizam Redes Neurais Artificiais estão se tornando uma técnica muito atrativa para estas aplicações, pois oferecem uma alternativa mais eficiente para tratar informações dessa natureza (CARVALHO, s.d.).

II. Assim como no campo econômico, as redes neurais artificiais vêm ganhando reconhecimento e espaço em diversas áreas: pesquisa, desenvolvimento, saúde, lazer, militar, entre outras. O fato de poder utilizar uma RNA como uma aliada no processamento de dados e ajuda a tomada de decisões, por si só já da abertura à utilização deste tipo de tecnologia em

diversos trabalhos. Atividades que são demasiadamente excessivas para a mente humana, podem ser substituídas por complexos algoritmos de função lógica e matemática para ser representada em uma RNA, nos trazendo assim a segurança e exatidão de processamento.

## **b. Trabalhos realizados com as Redes Neurais Artificiais**

Após o estudo e desenvolvimento desta área da computação, e comprovada sua aplicação demasiada útil e bem sucedida em diversos setores da sociedade: saúde, economia, transporte, educação, indústria de máquinas, tudo graças à sua capacidade adaptativa, e ao fato de poder induzi-la a agir em prol da solução de casos em um nicho ou problema específico, um ótimo exemplo disto foram os seguintes trabalhos desenvolvidos:

- As Redes Neurais Artificiais aplicadas na detecção, classificação e localização de defeitos em linhas de transmissão (OLIVEIRA, 2005).
- Procedimento para tornar mais efetivo o uso de Redes Neurais Artificiais em planejamento e transportes (BOCANEGRA, 2002).
- Aplicação de Redes Neurais Artificiais na Construção de Modelos de Fragilidade Ambiental (SPÖRL, CASTRO, & LUCHIARI, 2011).
- Sistema hipermídia sobre câncer de colo de útero com interface adaptativa usando Redes Neurais Artificiais MLP e Sistema Especialista (MALINVERNI, 2006).

Não apenas estudiosos e grandes cientistas, mas diversos jovens e alunos têm interesse de investir e estudar este campo tão promissor. Segue uma lista de diversos artigos de conclusão de curso, que utilizaram como base as Redes Neurais Artificiais, e também contribuíram como inspiração para o desenvolvimento deste Artigo:

- Utilização de Redes Neurais Artificiais para Classificação da Spam (SILVA, 2009);
- Aplicação da Inteligência Artificial em Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo. (SANTOS & CARVALHO, 2008);
- Utilizando Redes Neurais Artificiais e Regressão Logística na Predição de Hepatite A (SANTOS, SEIXAS, PEREIRA, & MERONHO, 2005);

- Uso das Redes Neurais Artificiais na Aplicação de Metodologia para Alocação de Recursos da Saúde (ROSAS & BEZERRA, 2012);
- Uma análise do consumo de energia em transportes nas cidades portuguesas utilizando redes neurais artificiais (BRAGA, 2003);
- Análise da Operação de Sistemas de Reservatórios Utilizando Lógica Difusa, Redes Neurais Artificiais e Sistemas Neuro-Difusos (LIMA, 2006).

Figura 06. Software utilizado no auxílio ao diagnóstico de osteoartrite de coluna lombar baseado em redes neurais artificiais (VERONEZI, et al., 2011).



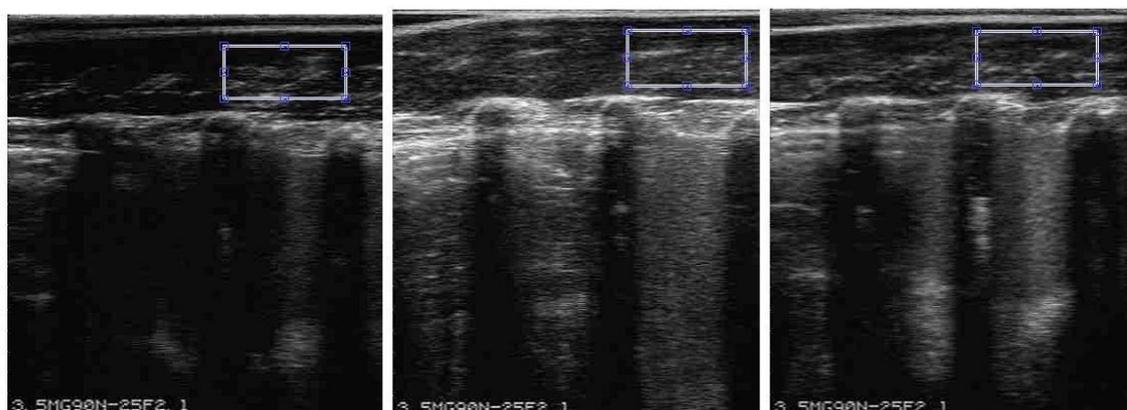
Fonte: Imagem obtida no Google.

### c. Redes Neurais Artificiais inseridas em nossa sociedade e utilizadas em nosso dia a dia

Podemos nem sempre estar atentos, mas as RNAs hoje são uma realidade inserida em nossa sociedade e cotidiano. Segue uma lista de exemplos práticos de serem encontrados e utilizados em nossas rotinas:

I.No campo da medicina, Já são utilizados sistemas de apoio a diagnostico baseados em redes neurais artificiais, então é muito como que quando você vai ao médico, ou precisa realizar exames com uma quantidade de informações mais elaboradas, os sistemas de avaliações e diagnósticos já estarem utilizando uma rede neural artificial para captar, trabalhar toda essa informação e retornar mais informação a qual por sua vez serão processadas pelos médicos.

**Figura 07. Software que utiliza a tecnologia de ultrassom mais RNA para ser um classificador para estimativa de gordura intramuscular (CHICONINI, PACHECO, LULIO, SILVA & SILVA, 2017).**



**Figuras 08 e 09 – Logomarca Netflix e Youtube.**



**Fonte: Imagem obtida no Google.**

- I. Não só em áreas decisivas para a vida humana, mas também em nosso entretenimento e áreas de busca já utilizam métodos de RNA

Softwares que utilizam aprendizado de máquina e uma rede neural artificial para colher e analisar dados de acordo com o perfil dos usuários.

Softwares que utilizam aprendizado de máquina e uma rede neural artificial para colher e analisar dados de acordo com o perfil dos usuários.

## 5. CONCLUSÃO

A vontade e desejo do homem de desvendar enigmas e solucionar problemas trouxe a ele a inspiração para buscar o conhecimento e trabalhar na criação da Inteligência Artificial, onde nada mais é que uma forma a qual julgamos o mais próximo da linha de raciocínio humano e com capacidade de aprendizado. Desse nicho podemos retirar as Redes Neurais Artificiais, que se referem à forma de aquisição, processamento e disseminação de informação e conhecimento.

A utilização das Redes Neurais Artificiais como forma de resolver problemas dos quais não é possível através da pura análise humana nem com a lógica computacional simples, influencia o ser humano no desenvolvimento das RNAs, elas podem melhorar a vida do ser humano bem como contribuir para a sociedade através dos seus resultados.

Com o aperfeiçoamento das tecnologias e progressão das redes neurais artificiais, é possível perceber facilmente o quanto a mesma executa um papel importantíssimo em nossa sociedade, dando suporte a diversos estudos de casos e solucionamento de problemas. Se esta área se desenvolver tanto quanto os que a estudam almejam, então talvez um dia tenhamos a capacidade de criar uma máquina para interagir de igual para igual com o homem, mas com um poder de armazenamento e processamento de dado infinitamente superior.

## REFERÊNCIAS

BOCANEGRA, C.W. (2002). *Academic ResearchGate*. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Antonio\\_Nelson\\_Rodrigues\\_Da\\_Silva/publication/265189813\\_PROCEDIMENTOS\\_PARA\\_TORNAR\\_MAIIS\\_EFETIVO\\_O\\_USO\\_DAS\\_REDES\\_NEURAS\\_ARTIFICIAIS\\_EM\\_PLANEJAMENTO\\_D\\_E\\_TRANSPORTES/links/5491786d0cf2d1800d892fc1.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Nelson_Rodrigues_Da_Silva/publication/265189813_PROCEDIMENTOS_PARA_TORNAR_MAIIS_EFETIVO_O_USO_DAS_REDES_NEURAS_ARTIFICIAIS_EM_PLANEJAMENTO_D_E_TRANSPORTES/links/5491786d0cf2d1800d892fc1.pdf)>. Acesso em: 20 Jun.2017.

BRAGA, P. T. (janeiro de 2003). Uma análise do consumo de energia em transportes nas cidades portuguesas utilizando redes neurais artificiais. Departamento de Engenharia Civil – Escola de Engenharia – Universidade do Minho, p. 1-146.

CARVALHO, A. P. (s.d.). *Redes Neurais Artificiais em Avaliação de Crédito*. Disponível em: <<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/andre/research/neural/cred.htm#um>>. Acesso em: 20 Jun. 2017.

CHICONINI, L.; PACHECO, V. M.; LULIO, L. C.; SILVA, L. M., & SILVA, s.d. (2017). Desenvolvimento de um classificador cognitivo para estimativa de gordura intramuscular em bovinocultura de corte. *Zoo Tech*.

HEBB, D. O. (1949). *The Organization Of Behavior*. Nova Iorque: Wiley & Sons. Lima, H. V. (Junho de 2006). • Análise da Operação de Sistemas de Reservatórios Utilizando Lógica Difusa, Redes Neurais Artificiais e Sistemas Neuro-Difusos. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Institutos de Pesquisas Higráulicas*, p. 1-210.

MALINVERNI, M. D. (2006). *Biblioteca*. Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <file:///C:/Users/Arthur/Downloads/PEEL1125.pdf>. Acesso em: 20 Jun.2017.

MCCULLOCH, W. S., & PITTS, W. H. (1943). A Logical Calculus Of The Ideas Immanent In Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Miophysics*, 5, 115-133.

OLIVEIRA, Â. R. (2005). Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ppee/files/2008/12/211047.pdf>>. Acesso em: 20 Jun.2017.

ROSAS, M.A., & BEZERRA, A. F. (23 de 7 de 2012). Uso das Redes Neurais Artificiais na Aplicação de Metodologia para Alocação de Recursos da Saúde. *Rev Saúde Pública*, p. 128-138.

SANTOS, A.M., SEIXAS, J.M., PEREIRA, B.D. & MERONHO, R.D. (Agosto de 2005). Usando Redes Neurais Artificiais e Regressão Logística na Predição da Hepatite A. *Rev Bras Epidemiol*, p. 10.

SANTOS, F.C., & CARVALHO, C.L. (04 de 2008). Aplicação da Inteligência Artificial em Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo. *Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás*, p. 16.

SILVA, A. M. (03 de 2009). Utilização de Redes Neurais Artificiais para Classificação de SPAM. *Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais*, p. 128.

SPÖRL, C., CASTRO, E.G., & LUCHIARI, A. (2011). *Busca Integrada*. Fonte: Universidade de São Paulo.

TAFNER, M.A. (1998). *Redes Neurais Artificiais: Aprendizado e Plasticidade. Cérebro e Mente*, 2-5.

---

TATIBANA, C. Y., & KAETSU, D. Y. (20 de 06 de 2017). *O Que São as Redes Neurais Artificiais*. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n05/tecnologia/rna.htm>>. Acesso em: 20 Jun.2017.

VERONEZI, C.C.; SIMÕES, P.W.; SANTOS, R.L., ROCHA, E.L.; MELÃO, S.; MATTOS, M.C. & CECHINEL, C. (Abril de 2011). Análise computacional para auxílio ao diagnóstico de osteoartrite de coluna lombar baseado em redes neurais artificiais. *Revista Brasileira de Ortopedia*.