

REDES NEURAI APLICADAS NO DESENVOLVIMENTO DE CHATBOTS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Graceline de Oliveira
graceedeoliveira@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/4413322613841886>

Ramon Venson

ramon.venson@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/8801697096107033>

Roderval Marcelino

roderval.marcelino@ufsc.br

<http://lattes.cnpq.br/0122916218414168>

RESUMO

Os chatbots atualmente se configuram como uma tecnologia aplicável em diversas áreas em diferentes empresas e setores, que em conjunto com outras técnicas computacionais, especialmente a inteligência artificial, realiza atividades muitas vezes exercidas por seres humanos. Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre o cenário dos chatbots, incluindo as tecnologias utilizadas em seu desenvolvimento. Assim como, o conceito de rede neural, sua arquitetura, sua estrutura de processamento e por fim, é exposta uma análise bibliométrica da aplicação de redes neurais em chatbots e a conclusão desta pesquisa, ressaltando as vantagens da integração de redes neurais no desenvolvimento de chatbots.

Palavras-chave: Chatbots; Redes Neurais; Inteligência Artificial.

INTRODUÇÃO

Devido sua aplicação em diversos ambientes, entre estes o atendimento comercial aos clientes, e pesquisas de produtos a partir de conversação, os *chatbots* veem se consagrando como uma tecnologia cada vez mais em evidência. O emprego das técnicas de IA (Inteligência Artificial) se faz necessário para o processamento das informações de entrada e apresentação, ao usuário, uma informação de saída com mais exatidão.

Como notabiliza D'Silva et al. (2017), algumas regras, além do uso da IA, proporcionam que os *chatbots* ofereçam um serviço de bate-papo, por meio de uma interface de comunicação, com os usuários. Somando-se a este contexto, a aplicação de redes neurais possibilita que os *chatbots* executem suas atividades de processamentos

de entrada e saída de dados, e façam uso de informações memorizadas para apresentar respostas mais precisas aos seus usuários.

Redes neurais artificiais são estruturas capazes de simular a estrutura de funcionamento do sistema nervoso e cérebro de seres vivos, geralmente constituída de pequenos sistemas processadores denominados de neurônios (EREMIA; LIU; EDRIS, 2016). As redes neurais podem ser utilizadas nos mais variados contextos, como na educação (MATZAVELA; CHRYSAFIADI; ALEPIS, 2017), previsão de fluxo de usuários em redes de computadores (LUCA; GALLO, 2017), estimativas de mercado (VUI et al., 2013) e previsão climática (MARZOUQ et al., 2017). A utilização de redes neurais também pode ser considerada para o desenvolvimento de *chatbots* dado a capacidade dessas redes de promover a identificação e geração de frases em linguagem natural (AGRAWAL; HAIDRI; N, 2016).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise bibliométrica da aplicação de redes neurais no desenvolvimento de *chatbots* para variados propósitos e ambientes de aplicação.

CHATBOTS

Intitulados, também, de *bots* de bate-papo, *bots* de conversas e *bibots*, os *chatbots* são assinalados como um modelo exclusivo de sistemas de conversas que executa tarefas quando a interação é textual ao invés de falada. O desenvolvimento e estudos sobre os *chatbots* iniciaram durante os anos 60, assim como o início do processamento da linguagem natural (THORNE, 2017).

Historicamente é possível classificar os *chatbots* em três gerações: tomando como exemplo o *chatbot* ELIZA, a primeira geração faz uso da combinação de padrões e regras gramaticais, não tem memória, uma vez que não armazena o histórico das conversas. Já a segunda geração é baseada em técnicas de IA, como as regras de produção e redes neurais, e como exemplo desta geração se tem o *chatbot* JULIA. E por fim, a terceira geração, faz uso de linguagens de marcação como AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*) em sua base de conhecimento e como exemplo desta geração se pode destacar o robô ALICE (MARTINS, 2013).

Um *chatbot* pode ser definido, de acordo com Abdul-kader e Woods (2015) como um programa de computador que simula conversas inteligentes, que podem ter entradas de texto de linguagem natural e este programa deve ter como saída a melhor resposta possível em texto ou fala.

Usualmente os *chatbots* podem ser chamados de agentes virtuais, agentes inteligentes ou parcialmente inteligentes, isto porque é comum demonstrarem comparação, lógica, raciocínio e aprendizado, além de memória e heurísticas. E com adição de um módulo específico, pode se tornar mais eficiente para execução aritmética, por exemplo. Por consequência disto, em vários países o desenvolvimento desta nova tecnologia e sua aplicação visa melhorar serviços do setor empresarial para torna-los mais eficazes e efetivos (ALHAGBANI; KHAN, 2016; KHANNA et al., 2015).

DESENVOLVIMENTO E ARQUITETURA DE CHATBOTS

Para o desenvolvimento de um *chatbot* é necessário conhecimentos avançados em programação e profissionais experientes para atingir um alto nível básico de realismo. É essencial uma base de conhecimento para o *chatbot* mapear as palavras do usuário para a resposta mais adequada. E, esta base de conhecimento geralmente é construída pelo desenvolvedor do *bot*. Desenvolver um *chatbot* se configura em uma tarefa complicada e que requer um banco de dados amplo para seja possível dar respostas razoáveis para todas as interações com o usuário (ABDUL-KADER; WOODS, 2015).

O processamento NPL (*Natural Language Processing*), é uma das principais técnicas utilizadas pelos *chatbots* que proporciona ao computador a capacidade para que aconteça a comunicação entre humano-computador, computador-computador utilizando linguagens naturais humanas (SETIAJI; WIBOWO, 2016).

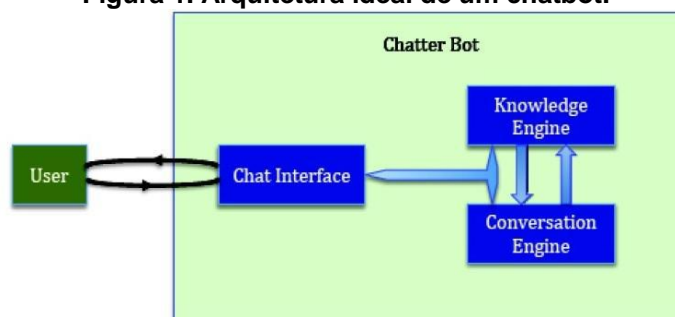
A estrutura geral de um *Chatbot* é descrita por Khanna et al. (2015) com os seguintes elementos:

- Interface de usuário e módulo de introdução: o módulo de introdução é considerado módulo chave e que tem a função de interagir com outros módulos e gerenciar a conversa, como as entradas de textos e as respostas obtidas em seu banco de dados que são enviadas para o módulo de interface;

- Banco de dados de conhecimento: é o conhecimento real, o cérebro do *chatbot*. Corresponde aos padrões de entrada e suas respectivas respostas, afim de, fornecer de modo eficiente uma experiência exata e sem erros ao utilizar o *chatbot*. Sendo assim, o banco de dados deve ter um elevado número de questões. Deve-se tomar cuidado com dois aspectos ao se projeto um banco de dados para o *chatbot*: (1) Manipular ambiguidade em questões em que o *chatbot* não tem respostas relevantes.; (2) Gerenciar arquivos para que dados chave sobre o usuário sejam armazenados visando utilizações futuras.

De acordo com Chakrabarti e Luger (2012), a arquitetura ideal de um *chatbot* é demonstrada na figura 1, onde as setas dos módulos apontam a direção do fluxo de informações entre as interfaces de implementação dos módulos. Nesta arquitetura, vale realçar que o processo do *chatbot* é composto por três componentes principais: (1) Módulo de Interface de bate-papo (primeira camada direta com usuário) que interage com usuário e processa o texto de bate-papo; (2) Mecanismo de conhecimento que mantém a conversa do domínio correto e fornece o conteúdo da conversa; (3) Mecanismo de conversação que é responsável por manter o mecanismo de conhecimento relevante ao contexto, e gerencia o contexto semântico da conversa:

Figura 1. Arquitetura ideal de um chatbot.



Fonte: CHAKRABARTI; LUGER (2012).

ÁREAS DE APLICAÇÕES DOS CHATBOTS

Atualmente os chatbots estão em evidencia no ambiente tecnológico, uma vez que, os chatbots podem ser aplicados comercialmente desde oferecimento de atendimento ao cliente até pesquisas de produtos a partir de conversações e organizações de eventos. Prova disto é que, empresas do cenário tecnológico como o *Facebook*, a *Microsoft* e o

Google estão investindo um capital significativo nesta tecnologia em ascensão (DALFONSO et al., 2017).

Embora os *chatbots* se utilizem de uma IA mais simples, Khanna et al. (2015), enfatizam que estes possuem potencial e podem ser inseridos em variadas áreas de aplicação e pesquisa. Entre estas áreas são expostas no quadro 1:

Quadro 1: Áreas de aplicação dos chatbots

Áreas de aplicação	Finalidade
Recuperação de Informação	Acessam as bases de dados para recuperar informações em conversas casuais com usuários. Usam palavras como: “o que”, “como”, “onde” e “quando”. Usados em empresas para realizar serviços de suporte;
Assistência	Possuem um toque humano e podem ser usados em interfaces, como: assistentes pessoais em dispositivos inteligentes em telefones celulares;
Ensino e educação	Tutores de linguagem. <i>Chatbot</i> SOFIA que expõem a facilidade de conversar com usuários e outros agentes matemáticos para solucionar problemas de Álgebra e matemática. O <i>chatbot Virtual Patient bot</i> (VPbot) auxilia estudantes de medicina simulando um paciente que pode ser entrevistado para diagnosticar a doença;
Entretenimento	Por seu perfil humano podem entreter usuários entediados por meio de bate-papo.

Fonte: KHANNA et al. (2015).

TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DE CHATBOTS

Entre as tecnologias que fazem parte do sistema do *chatbot*, é importante destacar, conforme Angga (2015), os principais elementos que memorizam e reproduzem a voz do usuário, como: *Speech Recognitions*, *Speech Synthesis*, e também podem fazer uso de um avatar que responde por voz ao usuário.

O *Speech Recognition* ou reconhecimento de fala utiliza um algoritmo implementado como um programa de computador e realiza a conversão de um sinal de voz para uma sequência de palavras. Essa tecnologia proporciona que o computador acompanhe os comandos de voz humanos e a compreensão das linguagens humanas (ANGGA, 2015).

E com relação a *Speech Synthesis* ou a síntese de fala, Angga (2015) afirma que equivale a gerar artificialmente a fala humana. O sistema *Text-to-Speech* (TTS) é um dos exemplos mais usados e tem a função de converter linguagem natural ou humana em forma de texto em fala.

Igualmente como outra tecnologia que faz uso da inteligência artificial, o *chatbot* está apoiado em sua capacidade de aprender com sua experiência para evoluir e progredir sua eficácia. Deste modo, que a aprendizagem por máquina baseia-se no desenvolvimento de *chatbot* ou agente conversacional com habilidade de ensinar novas palavras-chaves e respostas, assim como identificar padrões em sua base de conhecimento e adaptar a atividade conforme o número de algoritmos de aprendizado, sejam estas aprendizagens supervisionadas ou não supervisionadas (ALHAGBANI; KHAN, 2016).

REDES NEURAIIS

Entre as técnicas mais utilizadas no desenvolvimento e processamento das informações de entrada e saída em *chatbots*, as redes neurais se destacam em razão de sua aplicação que visa apresentar aos usuários respostas mais precisas durante a conversação. Uma rede neural implementa um sistema de processamento composto de um grande número de pequenos elementos, denominados neurônios, que são interconectados de forma a resolverem problemas computacionais por meio de um processamento paralelo (EREMIA; LIU; EDRIS, 2016).

Tipicamente, uma rede possui um número de entradas, um número de saída e um total de nós que são responsáveis pelo processamento da rede. Uma rede neural é geralmente classificada em duas categorias de acordo com o tipo de interconexão (KANTARDZIC, 2011):

- *Feedforward*: são as redes que possuem um fluxo das entradas para as saídas sem ciclos ou retornos. Não há conexão entre os neurônios de uma mesma camada. Geralmente é utilizada quando é necessário um nível de modularidade na representação;
- *Recorrente*: Se existe uma conexão entre dois nós de modo que formem um ciclo dentro de uma rede, então a rede é denominada recorrente. Esse tipo de rede é bastante utilizado em aplicações de reconhecimento e processamento de linguagem natural.

A estrutura de processamento paralelo das redes neurais possui habilidade de aprender e generalizar a partir de padrões. Dessa forma, as RNAs oferecem diversas propriedades e capacidades, como descritas no quadro 2:

Quadro 2: Propriedades e capacidades das RNAs

Propriedades	Função
Não-linearidade	Toda rede neural é altamente não-linear, pois sua estrutura paralela permite que os dados estejam sempre distribuídos entre toda a rede;
Aprendizado por exemplos	Uma RNA é capaz de alterar os pesos entre suas interconexões de modo a reconhecer padrões;
Adaptabilidade	A rede neural modifica os parâmetros caso o ambiente seja modificado, atuando em sistemas que exigem uma ação em tempo real;
Resposta à evidências	RNA usada em classificação de dados pode prover informação não apenas sobre um determinado exemplo, mas também sobre a confiabilidade da decisão que precisa ser tomada;
Tolerância a falhas	Em caso de desconexão de neurônios ou ruído nos dados, a rede pode continuar operando sem alterar a performance;
Uniformidade de análise	Os mesmos princípios, notação e metodologia são usados em todos os domínios de aplicações que envolvem esse tipo de estrutura.

Fonte: KANTARDZIC (2011).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS PUBLICAÇÕES SELECIONADAS

Para Marconi e Lakatos (2003) o objetivo da pesquisa científica consiste no desenvolvimento de uma natureza interpretativa sobre os dados adquiridos e exteriorização de informações tratadas empiricamente.

Nesta pesquisa foram utilizadas a revisão sistemática e análise bibliométrica com a intenção de conferir credibilidade com relação aos seus resultados e análises. Neste contexto, de acordo com Freire (2013) representa um método exploratório que realização a coleta de dados por meio de revisões de publicações acadêmicas de forma minuciosa, com propósito de constatar particularidades referentes a determinados temas, assunto ou tópico, conforme identifica, seleciona e analisa estes estudos.

A bibliometria representa um conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos com o objetivo de organizar a produtividade científica de periódicos, autores e representação de informação (CAFÉ; BRÄSCHER, 2008). Freire (2013) completo que, uma análise descritiva, meta análise ou bibliometria pode ser empregada em dados decorrentes de uma revisão sistemática da literatura.

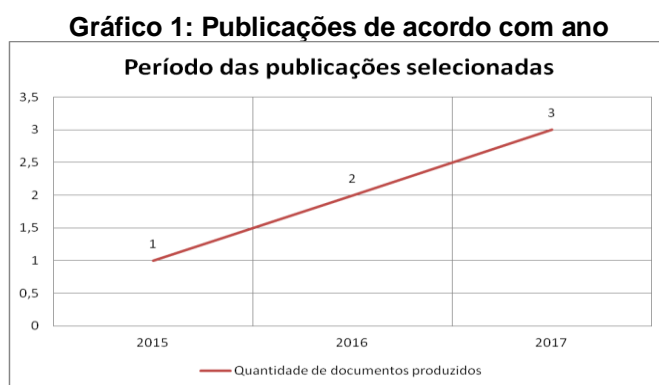
Esta pesquisa possui abordagem classificada como exploratória e quantitativa com uso de procedimentos de revisão sistemática da literatura, utilizando-se de bases de dados eletrônicos com o objetivo de realizar uma análise bibliométrica, visando

demonstrar a relevância atual de estudos referentes as redes neurais aplicadas no desenvolvimento de *chatbots*.

Com a finalidade de buscar trabalhos relacionados à aplicação de redes neurais artificiais especificamente no desenvolvimento e utilização dos *chatbots*, foram realizadas pesquisas em três bases de dados: SCOPUS uma base de dados internacional que abrange publicações científicas de natureza pluridisciplinar, ACM que é uma base de dados de artigos científicos na área da computação e das tecnologias da informação e, a plataforma *IEEE Xplore Digital Library*, que consiste em uma base de dados com publicações científicas e técnicas das áreas de engenharia elétrica, informática e eletrônica. A pesquisa realizada em todas as bases utilizou a consulta (“*chatbot*”) AND (“*neural network*”) e retornou um total de 16 artigos entre os anos de 2015 e 2017: SCOPUS com 13 artigos, ACM com dois artigos e IEEE com um artigo.

Os três artigos duplicados entre as bases de dados foram descartados, assim como os cinco artigos que não se adequaram ao tema proposto por não utilizarem redes neurais artificiais em nenhuma parte da implementação do *chatbot*. Foram descartados também os dois artigos cujo documento não estava disponível nas bases de dados e outros locais pesquisados posteriormente. Restando, em definitivo, seis trabalhos que cujo escopo encontrava-se dentro do que foi definido para esta pesquisa.

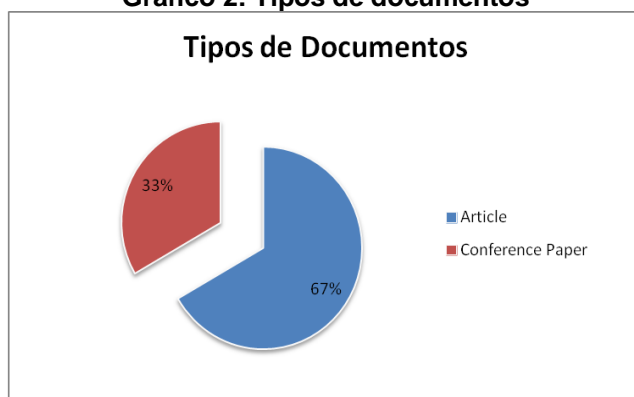
O intervalo das publicações selecionadas, englobando *chatbots* e redes neurais, ocorre entre 2015 e 2017, como representado no gráfico 1. Nota-se que o maior número de publicações se encontra no ano de 2016 e 2017, com duas e três artigos, respectivamente. Enquanto em 2015 consta apenas uma publicação relativa ao tema abordado.



Fonte: Dos autores (2018).

Com relação aos documentos selecionados, o gráfico 2 apresenta a distribuição dos tipos de documentos. O maior percentual é de 67% para Article (Artigo) e 33% para artigos publicados em conferências (*Conference paper*).

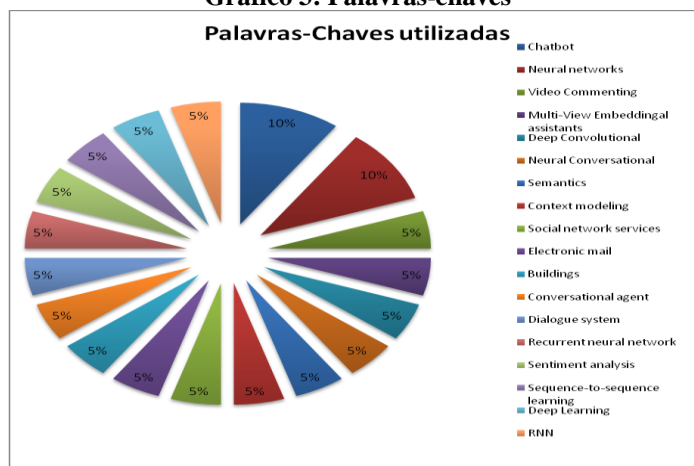
Gráfico 2: Tipos de documentos



Fonte: Dos autores (2018).

No tocante às palavras-chave, o gráfico 3 apresenta o resultado obtido. As palavras-chave *Chatbot* e *Neural Networks* representam 10%. A seguir com 5% o restante das palavras-chave: *Video networks*, *Multi-View Embeddingal assistants*, *Deep Computacional*, *Neural Conversational*, *Semantics*, *Content modeling*, *Social network services*, *Electronic mail*, *Buildings*, *Conversational agent*, *Dialogue system*, *Recurrent neural network*, *Setiment analysis*, *Sequence-to-sequence learning*, *Deep learning* e *RNN*.

Gráfico 3: Palavras-chaves



Fonte: Dos autores (2018).

Desta forma, com a finalidade de evidenciar os estudos referentes ao tema da pesquisa, foi realizada uma análise detalhada de cada artigo selecionado. Estes artigos são analisados a seguir, em ordem cronológica.

O artigo de Yao, Zweig e Peng (2015), com título de “*Attention with Intention for a Neural Network Conversation Model*”, trabalha com um modelo de rede neural recorrente que procura explorar as noções não-linguísticas de intenção e atenção presentes em um processo de conversação, dando a capacidade do *chatbot* de perceber a intenção e a coerência de frases. Os resultados preliminares demonstraram a naturalidade das respostas, no entanto, não foi possível comparar o modelo com outros já que, segundo os autores, não existe uma medida clara para isso.

Li et al. (2016) demonstra em seu artigo nomeado de “*ChatBot: Triggering Live Social Interactions by Automatic Video Commenting*”, um *chatbot* de vídeos, que responde em linguagem natural à perguntas dos usuários relacionadas com vídeos compartilhados pelo sistema. Para isso, utiliza uma Rede Neural Convencional para a extração e reconhecimento de representações visuais em vídeos e também utiliza uma técnica de *Deep Multi-View Embedding* para eleger o comentário de maior relevância que será respondido pelo *chatbot* dado a entrada do usuário. O estudo utilizou quatro mil vídeos para a validação e um mil vídeos para amostras de teste.

Enquanto o artigo intitulado “*A Neural Conversational Model for Chatbots*” de Agrawal, Haidri e Shruthi (2016) apresenta um modelo de conversação casual para *chatbots* que não envolvem nenhum tópico específico. No entanto, os pesquisadores observam que é possível replicar o modelo para conversas com temas específicos desde que a base de treinamento utilizada também seja adaptada para tal. A rede neural utilizada neste trabalho foi do tipo recorrente, além da utilização de técnicas de aprendizado de máquina e memória de prazo longo e curto (*Long Short Term Memory*).

Na sequência o artigo de Liu et al. (2017) com título de “*Content-Oriented User Modeling for Personalized Response Ranking in Chatbots*” propõe a personalização das respostas de um *chatbot* por meio da consideração do perfil do usuário com o qual o agente interage. A abordagem utiliza uma técnica de redes neurais profundas que aprende sobre as postagens, respostas e informações pessoais do usuário, de forma que este receba respostas personalizadas do *chatbot*. Para o experimento, foram utilizados conjuntos de dados do *Social Network Services* (SNS).

A utilização de redes neurais recorrentes no processamento de entradas de texto e análise do sentimento do usuário, para identificar possíveis comportamentos suicidas, é apontada no artigo “*End-to-end dialogue with sentiment analysis features*” de Rinaldi et al. (2017). Para o treinamento da rede e testes foram utilizados dados de 725 sessões de terapia transcritas e categorizadas com sintomas como ideação suicida e depressão. A proposta do trabalho considera que a utilização de redes neurais no processo de análise do sentimento dos usuários provê respostas consideravelmente melhores e mais naturais para a finalidade proposta.

E por fim, o trabalho de Yin, Chang e Zhang (2017) intitulado “*DeepProbe: Information Directed Sequence Understanding and Chatbot Design via Recurrent Neural Networks*” tem como objetivo desenvolver um sistema de recomendação baseado na interação do usuário com um *chatbot* por meio de entradas em forma de questões. O *chatbot* tem a capacidade de identificar produtos que sejam compatíveis com a questão informada pelo usuário por meio da utilização uma rede neural recorrente. A base de dados utilizada foi um conjunto de dados com 12 milhões de pares de questões e identificadores padrões, coletados de sistemas de busca. Além de responder as questões do usuário, o sistema também tem a capacidade de realizar perguntas ativamente, de forma a coletar maiores informações sobre o produto desejado.

Outros dois artigos que não foram encontrados nas bases de dados utilizadas foram adicionados a esta pesquisa por conterem proposta semelhante:

Quadro 3. Comparação de estudos de redes neurais aplicadas a chatbots

Autores	Tipo de Rede	Aplicação da Rede	Chatbot	Conjunto de Dados
Yao; Zweig; Peng (2015)	Rede Neural Recorrente	Helpdesk	Helpdesk	Conversas de sessões de suporte
Li et al. (2016)	Rede Neural Convencional Profunda	Reconhecimento de Vídeo	Comentário de Vídeos	Plataforma de vídeos Vine
Agrawal; Haidri; Shruthi (2016)	Rede Neural Recorrente	Conversação Geral	Conversação Geral	Legendas de filmes do <i>OpenSubtitles</i> .
Liu et al. (2017)	Rede Neural Profunda	Aprendizado do perfil do usuário	Redes sociais	<i>Social Network Services</i>
Rinaldi et al. (2017)	Rede Neural Recorrente	Análise de Sentimentos	Conselheiro	Transcrições de sessões de terapia
Yin; Chang; Zhang (2017)	Rede Neural Recorrente	Identificação de produtos	Sistema de Recomendação	Pesquisa s em sistemas de busca

Fonte: Autores (2017).

A partir dos seis estudos considerados, pode-se coletar os pontos principais na utilização de cada um e elaborar o quadro 3, exposto acima, que compara estes pontos e ilustra algumas das considerações apresentadas nesta pesquisa.

Pode-se observar que as redes neurais recorrentes apresentam-se com bastante frequência na aplicação de *chatbots*. No entanto, a utilização dessas redes não se faz necessariamente no processo de conversação das redes. Nos trabalhos de Yin e Chang; Zhang (2017) e Liu et al. (2017), por exemplo, são destacados os usos de redes neurais no aprendizado e análise de perfis de usuários e produtos. Outro fator de grande relevância na observação destas pesquisas é que a utilização de redes neurais juntamente com *chatbots* encontra-se concentrado a partir do ano de 2015, sendo a grande parte dos trabalhos publicados no ano de 2017.

CONCLUSÃO

Os *chatbots* estão se tornando uma tecnologia aplicável em diversos ambientes e despertando interesse e investimentos de empresas da área tecnológica, uma vez que sua performance se propõe a enganar os usuários, fazendo-os acreditar que estão conversando e trocando informações com outro ser humano. E para realizar este propósito de forma mais primordial e definida, as técnicas de IA são aplicadas.

Logo, o objetivo deste artigo foi analisar o cenário atual do uso de redes neurais no desenvolvimento de *chatbots*, visando demonstrar como este artifício pode auxiliar de forma efetiva o processamento dos dados de entradas e apresentar informações de saída em bate-papos com mais exatidão.

Sendo assim, quanto a análise bibliométrica, a concentração dos trabalhos nos anos recentes e a dificuldade dos mesmos em encontrarem métricas para a avaliação dos resultados desenvolvidos sugere uma provável oportunidade de expansão da área de avaliação de *chatbots*. Simultaneamente a esta observação, destaca-se a utilização das redes neurais recorrentes no processo de desenvolvimento de um *chatbot*, que pode reafirmar que a IA aplicada a uma interface humano-computador pode apresentar resultados notáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-KADER, Sameera A.; WOODS, John. **Survey on Chatbot Design Techniques in Speech Conversation Systems**. International Journal Of Advanced Computer Science And Applications, [s.l.], v. 6, n. 7, p.72-80, 2015. The Science and Information Organization. <http://dx.doi.org/10.14569/ijacsa.2015.060712>.

AGRAWAL, Shubham; HAIDRI, Murtaza Mansoor; N, Shruthi. **A Neural Conversational Model for Chatbots**. IJRCCT, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 516–519, 2016.

ALHAGBANI, Eman S.; KHAN, Muhammad B.. **Challenges facing the development of the Arabic chatbot**. First International Workshop on Pattern Recognition, [s.l.], p.1-9, 11 jul. 2016. SPIE. <http://dx.doi.org/10.1117/12.2240849>.

ANGGA P, Antonius et al. **Design of Chatbot with 3D Avatar, Voice Interface, and Facial Expression**. International Conference on Science in Information Technology (ICSITECH). Indonesia, p. 326-330. Out. 2015.

CAFÉ, Lígia; BRÄSCHER, Marisa. **Organização da Informação e Bibliometria**. Encontros Bibli: Revista eletrônica da Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, v. 1, p.54-75, jun. 2008. Semestral. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2008v13nesp1p54/1032>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

CHAKRABARTI, Chayan; LUGER, George F.. **A semantic architecture for artificial conversations**. The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, And The 13th International Symposium On Advanced Intelligence Systems, [s.l.], p.21-26, nov. 2012. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/scis-isis.2012.6505415>.

D'ALFONSO, Simon et al. **Artificial Intelligence-Assisted Online Social Therapy for Youth Mental Health**. *Frontiers In Psychology*, [s.l.], v. 8, p.1-13, 2 jun. 2017. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00796>.

D'SILVA, Godson Michael et al. **Real World Smart Chatbot for Customer Care using a Software as a Service (SaaS) Architecture**. International Conference On I-smac (iot In Social, Mobile, Analytics And Cloud): I-SMAC 2017). Índia, p. 658-664. fev. 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/8058261/>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

EREMIA, Mircea; LIU, Chen-Ching; EDRIS, Abdel-Aty. **Neural Networks**. In: **Advanced Solutions in Power Systems:HVDC, FACTS, and Artificial Intelligence**. [s.l.] : Wiley-IEEE Press, 2016. p. 1072-.

FREIRE, Patrícia de Sá. 2013. **Aumente a Qualidade e Quantidade de Suas Publicações Científicas**: Manual para elaboração de projetos e artigos científicos. Curitiba: CRV, 87 p.

KANTARDZIC, Mehmed. **Artificial Neural Networks**. In: **Data Mining: Concepts, Models, Methods, and Algorithms**. [s.l.] : Wiley-IEEE Press, 2011. p. 520-.

KHANNA, Anirudh et al. **Anatomy and Utilities of an Artificial Intelligence Conversational Entity**. 2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), [s.l.], p.594-597, dez. 2015. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/cicn.2015.122>.

LI, Yehao et al. **Video ChatBot: Triggering Live Social Interactions by Automatic Video Commenting**. In: Proceedings Of The 2016 Acm On Multimedia Conference 2016, New York, NY, USA. Anais... New York, NY, USA: ACM, 2016. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2964284.2973835>. Acesso em: 8 nov. 2017.

LIU, B. et al. **Content-Oriented User Modeling for Personalized Response Ranking in Chatbots**. IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, [s. l.], v. PP, n. 99, p. 1–1, 2017.

LUCA, G. De; GALLO, M. **Artificial neural networks for forecasting user flows in transportation networks: Literature review, limits, potentialities and open challenges**. In: 5th IEEE International Conference On Models And Technologies For Intelligent Transportation Systems (MT-ITS) 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

MARTINS, João Pedro Pontes. **Proposta de implementação de um Chatterbot com Análise do histórico da conversa para realizar a Desambiguação Léxica de Sentido**. 2013. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências da Computação, Universidade do Sul de Santa Catarina - Unisul, Palhoça, 2013.

MARZOUQ, M. et al. **A review of solar radiation prediction using artificial neural networks**. In: International Conference On Wireless Technologies, Embedded And Intelligent Systems (WITS). 2017.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 196 p.

MATZAVELA, V.; CHRYSAFIADI, K.; ALEPIS, E. **Questionnaires and artificial neural networks: A literature review on modern techniques in education**. In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2017.

RINALDI, A. et al. **End-to-end dialogue with sentiment analysis features**. [s.l.: s.n.]. v. 713. Disponível em https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85024493126&doi=10.1007%2f978-3-319-58750-9_67&partnerID=40&md5=bd26a33f2656fbba2dd7c7a78b8c0ca3.

SETIAJI, Bayu; WIBOWO, Ferry Wahyu. **Chatbot Using a Knowledge in Database: Human-to-Machine Conversation Modeling**. 2016 7th International Conference On Intelligent Systems, Modelling And Simulation (isms), [s.l.], p.72-77, jan. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/isms.2016.53>.

THORNE, Camilo. **Chatbots for troubleshooting: A survey**. *Language and Linguistics Compass*. [s.l.], v. 11, n. 10, p.1-14, out. 2017. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/lnc3.12253>.

VUI, C. S. et al. **A review of stock market prediction with Artificial neural network (ANN)**. In: IEEE International Conference On Control System, Computing And Engineering. 2013.

YAO, Kaisheng; ZWEIG, Geoffrey; PENG, Baolin. **Attention with Intention for a Neural Network Conversation Model**. arXiv:1510.08565 [cs], [s. l.], 2015. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1510.08565> . Acesso em: 10 nov. 2017.

YIN, Zi; CHANG, Keng-hao; ZHANG, Ruofei. **DeepProbe: Information Directed Sequence Understanding and Chatbot Design via Recurrent Neural Networks**. In: Proceedings Of The 23rd Acm Sigkdd International Conference On Knowledge Discovery And Data Mining 2017, New York, NY, USA. Anais... New York, NY, USA: ACM, 2017. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/3097983.3098148> . Acesso em: 8 nov. 2017.

ZHANG, W. et al. **Chinese sentence based lexical similarity measure for artificial intelligence chatbot**. In: 2017, Anais. . In: Proceedings Of The 8th International Conference On Electronics, Computers And Artificial Intelligence, ECAI 2016. [s.l: s.n.] Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85016193557&doi=10.1109%2fECAI.2016.7861160&partnerID=40&md5=465d9404ce54cb6d4cf6f011fc2b369b>>.

SOBRE OS AUTORES:

Graceline de Oliveira - Mestranda no Programa de Pós Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação - PPGTIC, na linha Computacional, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Possui Graduação (Bacharel) em Sistemas de Informação - Escola Superior de Criciúma - ESUCRI (2015). Membro do grupo de pesquisa do CNPQ LPA - Laboratório de Pesquisa Aplicada.

Ramon Venson - Mestrando em Tecnologia da Informação e Comunicação pela Universidade Federal de Santa Catarina. Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade do Extremo Sul Catarinense, no ano de 2014. Membro do grupo de pesquisa do CNPQ LPA - Laboratório de Pesquisa Aplicada.

Roderval Marcelino - Possui doutorado e mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS (conceito 7 CAPES). Especialização em Automação Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC (1998). Graduação em Ciências da Computação pela Universidade do Sul de Santa Catarina-UNISUL (1998). Atualmente é Professor com dedicação exclusiva da UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas Embarcados, atuando principalmente nos seguintes temas: microprocessadores, automação, energias renováveis, software e informática na educação. É líder do grupo de pesquisa do CNPQ LPA-Laboratório de Pesquisa Aplicada. Integrante e pesquisador do laboratório de pesquisas LABTEL.