

Reclassificação de Sentimentos em Tempo de Execução: Uma Implementação Adaptativa

Ariana Moura da Silva, Rodrigo da Matta Bastos e Ricardo Luis de Azevedo da Rocha
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil
Departamento de Engenharia da Computação - Laboratório de Tecnologias Adaptativas

Resumo—Através do processo de extração e automatização de *tweets* utilizando filtragem por *Emoji*, identificados como campo chave da tabela de unicode do Twitter [1], constatou-se que cada *tweet* pode expressar uma relação entre o *Emoji*/símbolo contido no texto, e o sentimento contido no *tweet* propriamente dito. Com a classificação do sentimento de cada *tweet*, o próximo passo é partir para a classificação do sentimento do assunto, ou seja, do *TopTrend* em questão. A proposta deste trabalho é exemplificar através da metodologia utilizando filtragem por *Emoji*, de um único *tweet*, que é possível realizar a classificação geral de um *TopTrend* utilizando a classificação de um conjunto de *tweets* deste mesmo *TopTrend*, e sugerir um modelo adaptativo capaz de reclassificar em tempo de execução o sentimento neste *TopTrend* conforme os indivíduos comentam sobre o assunto.

Index Terms— Adaptatividade, PLN - Processamento de Linguagem Natural, Análise de Sentimentos, *Emoji*, *TopTrend*.

I. INTRODUÇÃO

A ocorrência de acontecimentos oriundos de desastres naturais, ou até mesmo do lançamento de uma nova marca e/ou produto, mudanças de leis em nosso código penal, mudanças comportamentais de indivíduos, formalização de uma ideia ou opinião de um determinado assunto, transformam-se em notícias, comentários ou relatos que invadem nossos meios de comunicação [2]. Juntamente com esses acontecimentos e a externalização desses relatos documentados de forma textual utilizando *blogs*, redes sociais, *websites* entre outros.

Constatou-se que o indivíduo produz uma massa de dados muito grande, o que já chamamos da "Era Big Data"[3]. Devido a isso surge então as novas áreas de pesquisa voltadas para análise dessas informações documentadas, para posterior geração de conhecimento. Indo mais além surge a necessidade de conhecer o sentimento envolvido/expresso pelo indivíduo ao registrar o texto/menção. Afinal o ser humano é um indivíduo emocional, que exprime emoções inclusive na sua maneira de escrever.

O grande desafio encontra-se no propósito de como quantificar, metrificar e criar indicadores ou padrões de classificação de sentimentos capazes de entender a complexidade da língua e a forma de expressão do indivíduo [4]. Frente a este problema, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar a relação entre o *Emoji* inserido no texto e o significado do texto. Técnicas de Processamento de Linguagem Natural e filtragem por *Emoji* são métodos utilizados para a classificação de sentimentos e avaliação da reação que a população exprime sobre o assunto analisado.

Nas demais subseções desta Seção I serão abordados os grandes temas: Adaptatividade, PLN, Análise de Sentimento e *Emoji*; a Seção II apresenta os objetivos do trabalho; a Seção III define a metodologia utilizada; e a Seção IV apresenta algumas conclusões obtidas a partir de análises em exemplos apresentados e possíveis trabalhos futuros.

A. Adaptatividade

Segundo a conceituação de automato adaptativo extraída da tese de doutorado de José Neto (1993)[5]:

"A cada execução de uma transição adaptativa, ou seja, a cada ocasião na qual a máquina de estados que implementa o autômato adaptativo sofre alguma mudança em sua configuração, tudo se passa como se surgisse uma nova máquina de estados, caracterizando, para o autômato, a execução de um passo adicional em uma trajetória de reconhecimento do texto de entrada, em um espaço de máquinas de estados".

e juntamente com estudos realizados no trabalho Workshop de Tecnologias Adaptativas de 2016, algoritmos adaptativos vêm sendo empregados em processamento de linguagem natural e para este trabalho em específico na reclassificação de sentimento em tempo de execução, justamente pelos recursos e característica que a adaptatividade permite.

B. PLN

A linguagem humana não é simplesmente a manifestação de uma ação física qualquer do ser humano. As palavras são como símbolos, em que seus significados indicam para uma ideia ou coisa. Os símbolos da linguagem podem ser codificados em voz, gesto, escrita e outros. Processamento de Linguagem Natural (PLN) tem diferentes níveis desde o processamento da fala até a interpretação semântica e processamento de discurso. PLN tem por objetivo projetar, construir algoritmos capazes de ajudar a máquina na compreensão na linguagem natural humana [6].

Tarefas como verificação ortográfica, pesquisa por palavra-chave, encontro de sinônimos, são tarefas consideradas fáceis. Já a análise de conteúdo/informações em sites ou documentos são consideradas nível médio. As tarefas de nível difícil são: tradução automática, análise semântica, co-referência ou encontrar respostas subliminares em perguntas destacadas em determinado documento [6].

C. Análise de Sentimentos

Uma emoção não é simplesmente um estado de sentimento. Emoção é uma cadeia de eventos frouxamente ligados que começam com um estímulo e incluem sentimentos, alterações psicológicas, impulso para a ação e comportamento específico, dirigido por objetivos [7].

Análise de sentimento é uma técnica usada para extrair e encontrar automaticamente o sentimento expresso em linguagem natural. O termo sentimento refere-se a sentimentos ou emoções como nossos sentidos, audição, visão, toque, olfato e paladar. O que queremos extrair das mensagens compartilhadas nas redes sociais é o sentimento expresso de forma positiva, negativa ou neutra.

A análise de sentimento no nível da palavra verifica a polaridade desta palavra especificamente. No nível da sentença, será levado em conta não apenas a polaridade das palavras que a contém, mas também as relações entre essas palavras e seu uso gramatical. No nível do documento, leva em consideração o contexto completo do documento, levando a uma análise mais complexa sobre como as frases interagem umas com as outras [8].

D. Emoji

Atualmente os *Emojis* são muito populares na escrita em redes sociais, principalmente no Facebook e também em aplicativos de troca de mensagens instantâneas, como o WhatsApp. É uma expressão de origem japonesa composta pela junção dos elementos **e** (imagem) e **moji** (letra), e é considerado um pictograma ou ideograma, ou seja, uma imagem que transmite a ideia de uma palavra ou frase completa.

A figura 1 mostra um exemplo de *Emoji* chorando de rir, apesar da palavra "chorando" possuir uma polaridade negativa quando observada individualmente, no sentido da palavra. Quando composta pela palavra "rir", a palavra "chorando" passa a ter um valor de exagero e juntas formam uma polaridade positiva. Levando em consideração que "Chorando de Rir" foi a etiqueta dada para o símbolo de *Emoji* demonstrado na figura.

"Nós usamos entonação de voz ou linguagem corporal para contextualizar o que estamos dizendo. Os *Emojis* são a forma que usamos para fazer isso online", afirmou Iyad Rahwan, professor associado do MIT [9].



Emoji Chorando de rir: é utilizado para representar uma felicidade ou gargalhada extrema, quando determinada coisa é muito engraçada.

Figura 1. Exemplo de *Emoji* Chorando de Rir.

II. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é realizar a coleta automática de um determinado *TopTrend*, especificamente mensagens em língua portuguesa extraídas do micro blog Twitter. Armazenar as mensagens de forma sistemática, que permita a recuperação através de filtragem utilizando os *Emojis*. Realizar um exercício de classificação de sentimentos nos *tweets* de

forma manual, observando a característica do texto e o sentido semântico daquela menção. Observar qual seria o percentual de cada faixa etária de sentimentos classificados. Descrever o modelo adaptativo que poderá ser empregado para que o próprio sistema possa se reorganizar e realizar a classificação do *TopTrend* em tempo de execução.

E o objetivo secundário deste trabalho é dar continuidade e apoio técnico ao trabalho apresentado no WTA 2016 (Análise Semântica de Sentimentos Utilizando Árvores de Decisão Adaptativa [10]).

III. METODOLOGIA

Foram desenvolvidos programas na linguagem Java para a extração e armazenamento automático das mensagens em língua portuguesa extraídas do Twitter. Esse programas possuem a função de coletar mensagens sobre os *toptrends* (tópicos mais populares do blog) e também a partir de parâmetros de busca específico, informado pelo usuário. Podendo ser por data, uso de palavra-chave, ou popularidade da mensagem na rede. As mensagens extraídas são arquivadas em um banco de dados estruturado no programa *MySQL*, em conjunto com informações que permitam a sua filtragem posterior. Além das tarefas propostas, foi utilizado um método de Análise de Sentimento baseado na análise de *Emojis* [1], para ser aplicado nas mensagens extraídas pelos programas. A base de *Emojis* utilizada para análise foi a do *Unicode* disponível na url: <http://www.unicode.org/emoji/charts/full-emoji-list.html>.

Filtrou-se a partir do banco de dados apenas *tweets* que possuem *Emoji* em sua descrição, e que fazem cruzamento através de campo chave com a tabela universal do *Unicode*, já com a classificação simplística de polaridade, onde o *tweet* faça parte do *toptrend* 'GrandPrix'. Essa primeira filtragem foi proposta a partir da hipótese em que o *Emoji* contido no *tweet* tem relação direta com o texto propriamente dito.

A segunda filtragem, foi realizada a partir desta primeira amostra de dados importadas no Excel, reduzindo então o conjunto de dados de 4.083 para 335 registros. Utilizando o campo hora do *tweet* filtrou-se o intervalo das 10h00 até 11h00 do dia 06 de agosto de 2017, e também no campo *hashtag* deve conter também a expressão 'GrandPrix'.

O termo 'GrandPrix' refere-se ao torneio de vôlei feminino realizado em Nanjing (China), e neste dia 06 de agosto de 2017 a seleção brasileira de vôlei feminino jogava a final contra a seleção italiana de vôlei feminino. A seleção brasileira venceu por 3 sets a 2 (26/24, 17/25, 25/22, 22/25 e 15/8) e conquistou o título pela 12ª vez, enquanto que as italianas ainda não conquistaram nenhuma taça. Para a seleção italiana o jogo era um grande desafio, enquanto a seleção brasileira foi confiante para o jogo, porém no decorrer do jogo a situação mudou diversas vezes, sendo visível que o Brasil custou a vencer esta rodada [11].

O entendimento do contexto do evento que ocorreu no mundo real é importante, para que se inteirar da situação e apoio na interpretação da menção explícita no *tweet*. Com certeza esse conhecimento dos fatos ocorrido durante a partida de vôlei é importante na classificação de sentimentos.

Dado o conhecimento do evento, realizou-se uma classificação manual dos 335 *tweets*. Os sentimentos utilizados

na classificação foram extraídos da Roda das Emoções de Plutchik [7]. A primeira classificação por polaridade (positivo, negativo e neutro) e segunda classificação de sentimentos divididos em:

- Positivo
Admiração / Alegria / Otimismo / Sarcasmo / Sere-
nidade / Surpresa
- Negativo
Aborrecimento / Apreensão / Desaprovação / Medo
/ Nojo / Pensativo / Raiva / Sarcasmo / Tristeza
- Neutro
Neutro

IV. RESULTADOS

Através da tabela Unicode foi possível criar uma chave entre os códigos que simbolizam os *Emojis* do Twitter e a tabela de significado por polaridade. Com essa primeira filtragem foi possível quantificar as mensagens do *TopTrend* 'GrandPrix'.

A figura 2 exemplifica as polaridades obtidas de menções extraídas do Twitter no dia 06 de agosto de 2017 através da *hashtag* GrandPrix, que indica o evento Grand Prix de Volêi 2017 (<http://grandprix.cbv.com.br/>).

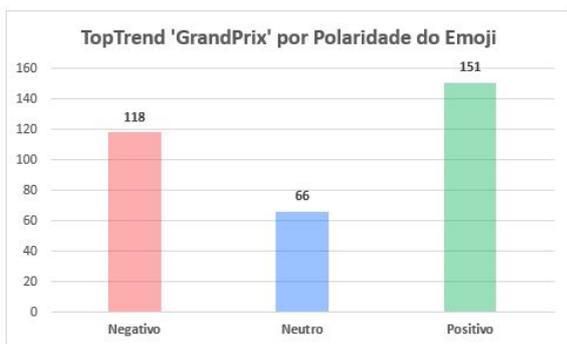


Figura 2. Polaridade do *Emoji* do *TopTrend* 'GrandPrix' dia 06/08/2017 das 10h às 11h

A figura 3 exemplifica as polaridades dos *Emojis* versus as polaridades obtidas na classificação manual. Dentro da polaridade Negativo pela classificação por *Emojis*, têm-se as polaridades Negativo, Positivo e Neutro. Onde Negativo possui um número de ocorrência de 87 tweets, indicando então que este é a maior porção, dentro da mesma polaridade Negativo, validando então que o *Emoji* tem relação direta com a menção do tweet. Em seguida a polaridade Positivo com 26 ocorrências, e a polaridade Neutro com 5 ocorrências.

Para a polaridade Positivo pela classificação por *Emojis*, o número de ocorrências da polaridade Positivo foi de 86, validando novamente que o *Emoji* tem relação direta com a menção do tweet, na sequência a polaridade Negativo com 57 ocorrências e a polaridade Neutro com 8 ocorrências.

Para a polaridade Neutro pela classificação por *Emojis*, o número de ocorrências da polaridade Neutro foi de 9, o que não segue a mesma metodologia de relação do texto com o *Emoji*. Na sequência dentro desta mesma classificação têm-se a polaridade Positivo com 17 ocorrências e a polaridade Negativo com 40 ocorrências.

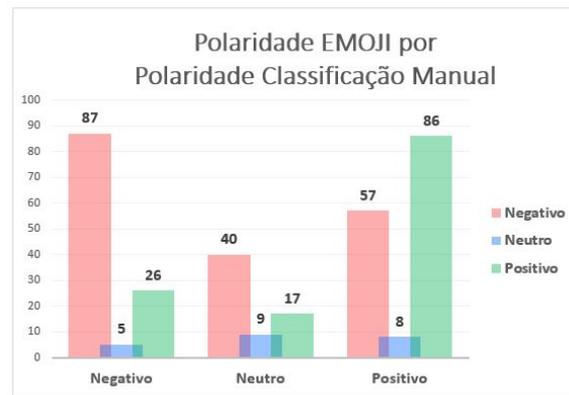


Figura 3. Polaridade Classificação por *Emoji* contido no *Tweet* versus Polaridade Classificação Manual do *Tweet* com referência ao texto escrito pelo usuário

Na polaridade Neutro, que não segue a mesma metodologia, olhando no detalhe a classificação dada pela Tabela Universal do Unicode, pode-se perceber a necessidade de uma atualização desta classificação. Na figura 4, propõem-se uma reclassificação de algumas categorias, baseado na classificação de sentimentos manual, e pelo significado que este *Emoji* representa. Neste caso, se fosse aplicada a reclassificação, as polaridades Negativo e Positivo seriam extintas na classificação por *Emoji* Neutro.

Polaridade Emoji	Significado Emoji	Emoji	Sugestão de Reclassificação do Emoji
Neutro	cara cansada	😓	Negativo
Neutro	cara de sono	😴	Negativo
Neutro	face neutra	😐	
Neutro	rostos aliviado	😌	Positivo
Neutro	rostos babando	👅	Negativo
Neutro	rostos com os olhos arreganados	😏	
Neutro	rostos inexpressivos	😐	
Neutro	rostos pensativos	🤔	Negativo
Neutro	rostos perseverantes	😣	Positivo
Neutro	rostos sem boca	😬	
Neutro	rostos sorridentes	😄	Positivo
Neutro	rostos tristes mas aliviados	😔	Negativo

Figura 4. *Emoji* classificados pela tabela universal Unicode que poderiam ser reclassificados conforme frequência de *tweets* com outras polaridades e sentimentos

A figura 5 mostra a classificação manual realizada no conjunto de 335 registros. Duas classificações foram realizadas, primeiramente a de polaridade e em sequência a classificação dos sentimentos. Os sentimentos utilizados foram extraídos da Roda das Emoções de Plutchik.

A figura 6 relaciona os sentimentos mais significativos que representam 98% da base classificada de forma manual. Neste intervalo das 10h às 11h pode-se concluir que mesmo o Brasil ter ganho a partida, a maior parte dos *tweets* classificados foram de aborrecimento.

A partir da observação da figura 6, não pode-se concluir para o *TopTrend* 'GrandPrix' do dia 06/08/2017, que o conjunto de usuários brasileiros, mais os seus *tweets* escritos em língua portuguesa, representam uma conclusão de Aborrecimento. Na figura 7, pode-se observar que o para o sentimento Aborreci-

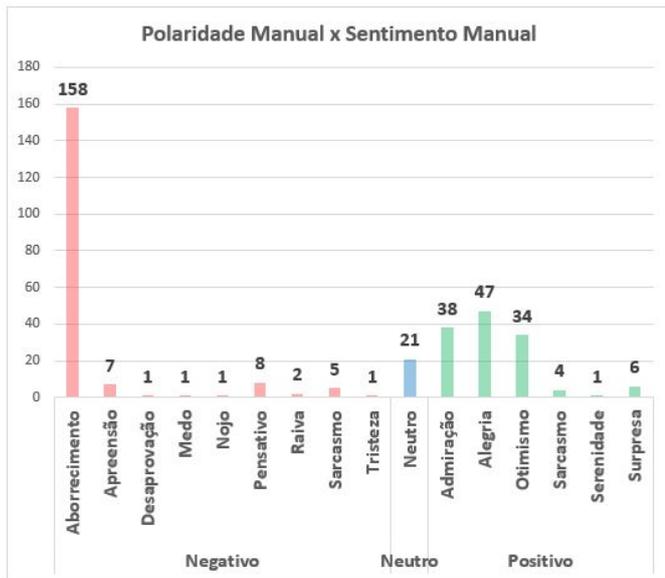


Figura 5. Classificação de Sentimentos Manual do *TopTrend* 'GrandPrix' dia 06/08/2017 das 10h às 11h

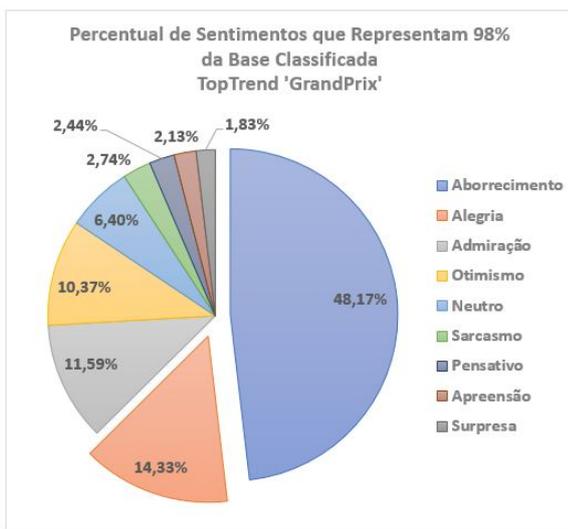


Figura 6. Sentimentos mais significativos, que representam 98% da base

mento existem alguns picos, que geralmente são nos erros de jogadas ou ponto da seleção italiana.

Na figura 8 realizou-se uma filtragem para remover os *retweets* do sentimento Aborrecimento. Pois uma outra hipótese observada é de que os usuários possuem uma tendência a republicar a opinião de um outro usuário com maior influencia na rede social (os chamados nós fortes[2]). A partir da retirada de *tweets* que não foram escritos pelo próprio usuário, ou seja, que ele apenas republicou o conteúdo de outro usuário, é possível observar a diminuição na frequência dos picos e o aumento de intervalo entre eles. Mostrando que realmente, os usuários possuem essa tendência em republicar conteúdos que possuem opinião forte na rede.

Na figura 9 outra filtragem foi aplicada. Considerou-se os últimos cinco minutos do conjunto de dados, que refere-se

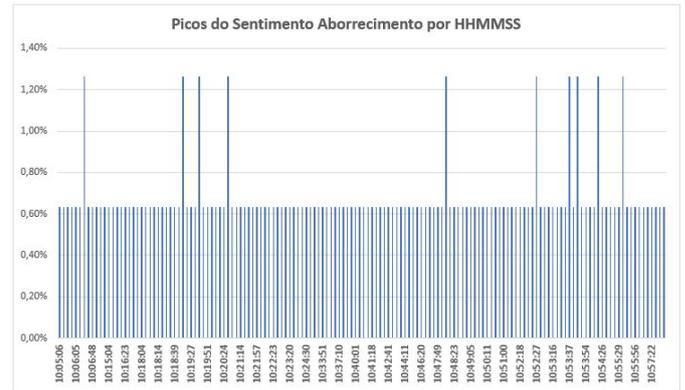


Figura 7. Picos do sentimento Aborrecimento por hora minuto e segundo

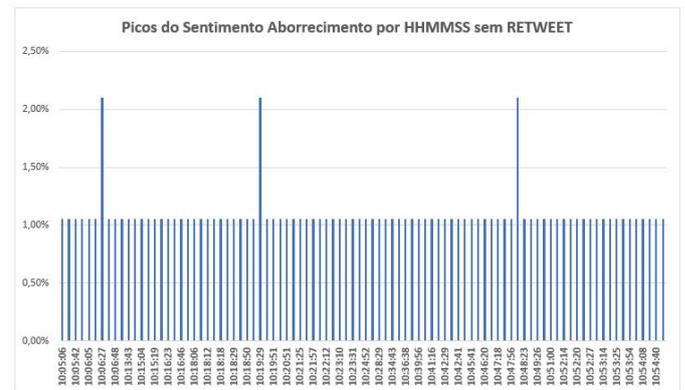


Figura 8. Picos do sentimento Aborrecimento por hora minuto e segundo sem retweets

ao contexto da virada de jogo, onde o Brasil começa a ter vantagem de pontos sobre a seleção italiana, no último sets. A partir desta análise, pode-se observar que mesmo boa parte do jogo os usuários relatando o nervosismo, medo, sufoco, desapontamento com o andamento do jogo, não quer dizer absolutamente que a classificação geral para este *TopTrend* seja fundamento na maior frequência do sentimento Aborrecimento, e sim no resultado final da partida.

Observando os últimos cinco minutos, o resultado é totalmente diferente, tendo um percentual de positividade muito maior, sendo representado por 23,81% de Alegria, 14,29% de Admiração e 28,57% de Otimismo. Enquanto que a taxa de negatividade sofre uma queda brusca, sendo representado por 14,29% de Aborrecimento e 9,52% de Apreensão.

Aplicando um modelo de classificação de sentimentos com um recurso Adaptativo implantado, que possa interpretar a política de contexto de um evento em tempo de execução, é possível mudar a classificação geral de um *TopTrend* que até então estava classificado de uma maneira, mas que devido a um evento inusitado mudou completamente o resultado da classificação geral do *TopTrend*. Como no caso do jogo de vôlei do Brasil contra a Itália. Eventos dessa natureza acontecem no mundo real, as situações de mercado financeiro, um evento na magnitude de desastre natural, as opiniões sobre produtos, podem ter seus resultados mudados a partir de um ou vários eventos conforme a sazonalidade e interferência na rede

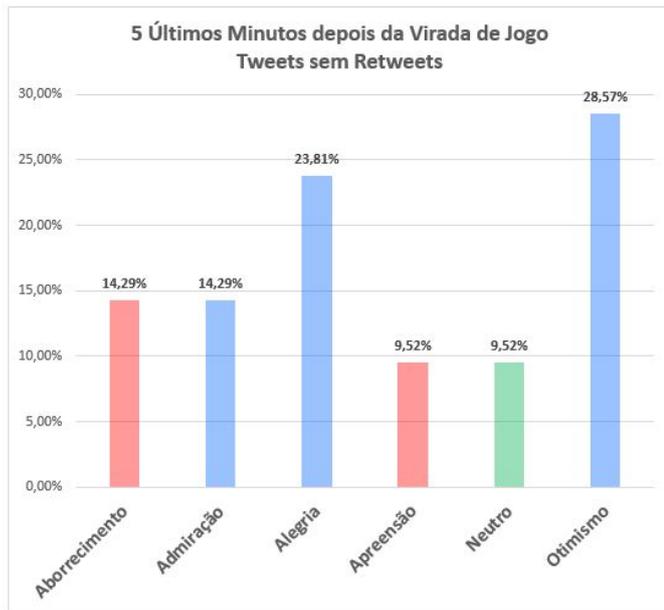


Figura 9. Cinco últimos minutos depois da virada de jogo, seleção brasileira em vantagem sobre a seleção italiana

de comunicação. Essas mudanças podem ocorrer alterando completamente a polaridade do *TopTrend*, e ocorrendo o que chamou-se de Reclassificação de Sentimentos em Tempo de Execução.

V. TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de trabalhos futuros explorar mais a hipótese de *retweets* influenciarem no resultado do conjunto de dados, mesmo que o evento do mundo real represente outra classificação de determinado assunto. Classificar entidades semânticas para que se possa entender se o aborrecimento com o jogo refere-se ao resultado em si, ou a atitude de uma ou outra jogadora. Pois na leitura de alguns *tweets* muitos usuários opinavam sobre determinadas atitudes ou características físicas das jogadoras. Não deve ser descartada a possibilidade de realizar uma reclassificação também da tabela de *Emoji* universal do Unicode.

VI. CONCLUSÃO

Os programas conseguem realizar de forma automatizada etapas importantes para a Análise de Sentimentos em redes sociais. O experimento utilizando o método de análise por meio de *emojis* proporcionou vislumbrar um caminho para outros métodos. Em projetos futuros pretende-se desenvolver métodos de Análise de Sentimentos mais elaborados. É imprescindível a implantação de um módulo adaptativo para que possa ajudar na reclassificação de sentimentos em tempo de execução.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ processo no 141077/2015-8 pelo apoio recebido, na forma de concessão de bolsa de doutorado, para o desenvolvimento deste trabalho, à comissão

organizadora deste Workshop, à coordenação do curso de pós-graduação em Engenharia da Computação e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, A. M. d.; BASTOS, R. M.; ROCHA, R. L. d. A. d. Análise de sentimentos de mensagens de redes sociais: Mineração de dados do twitter. In: *Anais do VI Workshop de Pós-Graduação da Área de Concentração Engenharia de Computação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da EPUSP WPG-EC 2017*. [S.l.]: Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, 2017.
- [2] SILVA, A. M. d. *REDES DE COMUNICAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS: Indicadores Léxico-semânticos de Relevância Social em um Corpus Jornalístico*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, 2013.
- [3] NAIK, K.; JOSHI, A. Role of big data in various sectors. In: *2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*. [S.l.: s.n.], 2017.
- [4] SILVA, A. M. d.; ROCHA, R. L. d. A. d. Análise de sentimentos de mensagens de redes sociais: Mineração de dados do twitter. In: *Anais do IV Workshop de Pós-Graduação da Área de Concentração Engenharia de Computação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da EPUSP WPG-EC 2015*. [S.l.]: Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, 2015.
- [5] NETO, J. J. *CONTRIBUIÇÕES À METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE COMPILADORES*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 1993.
- [6] CHAUBARD MICHAEL FANG, G. G. R. M. R. S. F. Natural language processing with deep learning. In: . [s.n.], 2017. Disponível em: <https://web.stanford.edu/class/cs224n/lecture_notes/cs224n-2017-notes1.pdf>.
- [7] PLUTCHIK, R. The nature of emotions. v. 89, n. 4, p. 344–350, 2001.
- [8] LIU, B. *Sentiment Analysis and Opinion Mining*. [S.l.]: Morgan & Claypool Publishers, 2012. ISBN 1608458849, 9781608458844.
- [9] BRASIL, B. Emojis ajudam computador a identificar mensagens sarcásticas. In: . [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://f5.folha.uol.com.br/voceviu/2017/08/emojis-ajudam-computador-a-identificar-mensagens-sarcasticas.shtml>>.
- [10] SILVA, A. M. d.; NETO, J. J.; ROCHA, R. L. d. A. d. Análise semântica de sentimentos utilizando Árvores de decisão adaptativa. In: *Anais do X Workshop de Tecnologia Adaptativa - Área de Concentração Engenharia de Computação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da EPUSP WPG-EC 2017*. [S.l.]: Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, 2016.
- [11] BRASIL supera sensação italiana e conquista o 12º título de Grand Prix. <https://esporte.uol.com.br/volei/ultimas-noticias/2017/08/06/brasil-x-italia-pela-final-do-granprix.htm>. [s.n.], 2017.