

INSTITUTO INFNET

NICOLAS DE SOUSA TEODOSIO E VICTOR HUGO NOVAIS
RODRIGUES

**ANÁLISE DE SENTIMENTO E MINERAÇÃO DE
OPINIÕES APLICADO NO TWITTER**

RIO DE JANEIRO

2016

INSTITUTO INFNET

NICOLAS DE SOUSA TEODOSIO E VICTOR HUGO NOVAIS
RODRIGUES

ANÁLISE DE SENTIMENTO E MINERAÇÃO DE OPINIÕES APLICADO NO TWITTER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia da Computação do Instituto Infnet como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador:
CASSIUS FIGUEIREDO

RIO DE JANEIRO

2016

NICOLAS DE SOUSA TEODOSIO E VICTOR HUGO NOVAIS
RODRIGUES

ANÁLISE DE SENTIMENTO E MINERAÇÃO DE DADOS APLICADO NO
TWITTER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia da Computação do Instituto Infnet como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação

Aprovada em XX agosto de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Cassius Figueired, M.Sc. - Orientador
Instituto INFNET

Profª. XXXX, titulacao.
Universidade

Profº. xxx, TITULACAO
Universidade

Rio de Janeiro
2016

À minha família.

Agradecimentos

Agradeço, inicialmente,

Resumo

Atualmente a internet e micro blogs em geral têm se tornado uma ferramenta de comunicação poderosa entre usuários de Internet. Bilhões de pessoas compartilham informações e opiniões todos os dias, fazendo desse espaço um ótimo campo de pesquisas comerciais, acadêmicas e sociológicas. Como o fenômeno é relativamente recente – o Twitter foi criado apenas em 2006 – ainda existem poucas pesquisas destinadas ao tema.

Os principais desafios para aplicação dessa técnica estão relacionados a linguagens naturais sensíveis ao contexto que não trazem resultados satisfatórios quando utilizam-se modelos matemáticos muito simples, sendo necessário um grande investimento de tempo em aperfeiçoar os modelos matemáticos disponíveis e adaptá-los à solução em questão.

Outro desafio interessante é a aplicação de técnicas de mineração de opiniões no português, onde não existem muitos trabalhos relacionados e massas de treino disponíveis para consulta.

O objetivo deste trabalho é explorar o potencial existente em pesquisas de opinião que podem ser feitas através de análises nas comunicações feitas em língua portuguesa nas redes sociais todos os dias.

Palavras-chave: Análise de sentimento, mídias sociais, twitter, mineração de opiniões, processamento de linguagem natural, linguagens sensíveis a contexto, naive bayes.

Abstract

Palavras-chave: xxxxxxxx.

Lista de Figuras

2.1	Diagrama de Venn - Mineração de Dados	4
2.2	O celular e a internet foram as armas dos rebeldes na Primavera Árabe. Fonte: Desconhecida	9
2.3	Papel das APIs integrando dados e serviços em diferentes plataformas. Fonte: http://www.programmableweb.com/	10
2.4	APIs mais utilizadas do mundo Fonte: SmartFile	11
2.5	O participante A (máquina) e o participante B (humano) se comunicam por texto com o participante C (juiz). Fonte: Wikipédia	14
4.1	Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 1. Fonte: Própria	22
4.2	Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 2. Fonte: Própria	22
4.3	Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 3. Fonte: Própria	24
4.4	Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 4. Fonte: Própria	26
4.5	Linha do tempo com os marcos do oscar 2016. Fonte:Folha de São Paulo .	26
4.6	Quantidade de tweets por tempo e polaridade. Fonte:Própria	27
4.7	Quantidade de tweets positivos diminuído pelos negativos pelo tempo. Fonte:Própria	27
4.8	Mapa de calor referente a polaridade de sentimento no Brasil. Fonte:Própria	29

Lista de Tabelas

4.1	1º teste	21
4.2	2º teste	23
4.3	3º teste	24
4.4	4º teste	25
4.5	Comparando testes	25

Lista de Abreviaturas e Siglas

API Application Program Interface	1
PNL Processamento de Linguagem Natural	12
JSON <i>Javascript Object Notation</i>	18

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação e Objetivos	3
1.2	Principais contribuições	3
1.3	Recursos utilizados	3
1.4	Organização do trabalho	3
2	Referencial Teórico	4
2.1	Mineração de opinião	4
2.1.1	Sentimento	4
2.1.2	Desafios	5
2.1.3	Etapas	5
2.1.3.1	Coleta de dados	6
2.1.3.2	Classificação	6
2.1.3.3	Análise dos resultados	6
2.1.4	Aplicações práticas	7
2.1.4.1	Pesquisa de opinião sobre um produto	7
2.1.4.2	Análise sobre pessoas públicas	7
2.1.4.3	Bolsa de valores	7
2.1.5	Fontes de dados	7
2.1.5.1	Mecanismos de busca	7
2.1.5.2	Redes sociais	8
2.2	Twitter	8

2.2.1	Primavera Árabe	9
2.2.2	Análises de redes sociais	9
2.3	API	10
2.3.1	REST	11
2.3.2	SOAP	12
2.4	Processamento de linguagem natural	12
2.4.1	Definição	12
2.4.2	Teste de Turing	13
2.5	Classificador Naive Bayes	14
2.5.1	O Teorema de Bayes	15
2.5.2	Aplicação no trabalho	15
3	Proposta	17
3.1	Coleta de dados	17
3.1.1	Autenticando na API	18
3.2	Armazenamento	18
3.3	Classificação	18
3.4	Normalização do texto	18
3.4.1	Construção da base de palavras e termos	19
3.4.2	Massa de treino	19
3.4.3	Massa de teste	19
3.4.4	Algoritmo	19
3.5	Plataforma de análise	19
4	Resultados e análises	20
4.1	Cenários e parâmetros de teste	20
4.2	Desenvolvimento do modelo de análise	20

Sumário	xi
4.3 Resultados	26
5 Conclusão	30
5.1 Trabalhos Futuros	31
Referências	32

Capítulo 1

Introdução

Através do fenômeno da popularização da Internet vivemos hoje um período conhecido como "Era da conhecimento"[1]. Nesse contexto, redes sociais conhecidas, como Facebook e Twitter se tornaram bastante populares por permitirem a seus usuários acesso à um ambiente onde todos possuem voz e vez para se expressar e por consequência, para se informar sobre tudo que acontece no mundo. Através de Application Program Interface (API) disponibilizadas por essas redes sociais, possuímos fácil acesso a um grande volume de opiniões catalogadas - através de *hashtags* - que podem ser utilizadas em pesquisas de opinião sobre um tema ou assunto específico. Tal cenário apresenta-se como uma grande oportunidade de pesquisa em áreas acadêmicas, sociais e comerciais. Porém, quando o objeto de estudo é a língua portuguesa, nota-se que a mesma carece de trabalhos e implementações na área de mineração de opiniões e análise de sentimento (REFERÊNCIA). Alguns motivos explicam essa carência: poucos investimentos na área de ciência e engenharia da computação em nosso país e a grande dificuldade que a língua portuguesa apresenta ao ser interpretada através de processamento de linguagem natural. [2]

Com a crescente popularidade de blogs e redes sociais, as áreas de mineração de opinião e análise de sentimento se tornaram objeto de estudo de pesquisadores. Uma abordagem ampla sobre o assunto foi apresentada em Pang e Lee [3]. Em seu trabalho, os autores descrevem diversas técnicas e abordagens aplicáveis em sistemas orientados à informação. Entre as diversas aplicações sugeridas, destacam-se abordagens que visam substituir sites especializados em resenhas e recomendações, propondo que sistemas possam buscar opiniões de usuários de forma proativa ao invés de esperar que o mesmo exponha seu parecer através da solicitação do preenchimento de um formulário de pesquisa, resenha ou comentário. Tal abordagem pode ser aplicada para pesquisas de opinião sobre produtos, pessoas e serviços.

Em Gomes [4] a mineração de texto é aplicada em busca de notícias sobre economia em Portugal. O trabalho concentra-se em monitorar sites relevantes que abordam notícias sobre a economia do país para representar o sentimento expresso no texto, através dos títulos das reportagens.

Em Pak e Paroubek [5] o Twitter é utilizado como fonte dados para análises de sentimento. O idioma de estudo escolhido foi o inglês, mas grande parte das técnicas apresentadas podem ser aplicadas em outras línguas, visto que a coleta de dados e os algoritmos de classificação continuam inalteradas caso o objeto de estudo seja outro idioma.

Alguns trabalhos utilizam o português como objeto de estudo, como por exemplo Tortella e Coelho [6]. Outros, se propõem a estudar um evento ou acontecimento finito, como por exemplo as eleições presidenciais no Brasil no ano de 2010 [7], os protestos populares contra a corrupção ocorridos em 2013 [8] e a Copa do Mundo da FIFA Brasil 2014 [9]. Nesses casos, *tweets* postados por usuários contendo *hashtags* referentes ao evento a ser estudado são monitorados e salvos numa base de dados ao longo do evento. Após o fim do mesmo, os dados são classificados utilizando um algoritmo previamente treinado e os resultados são analisados a fim de determinar a relevância, impacto e opiniões geral de acordo com a opinião dos usuários.

Neste trabalho, será aplicado o processo de mineração de opinião e análise de sentimento de forma semelhante a Pak e Paroubek [5], porém utilizando português como idioma de estudo. O objetivo é demonstrar como a mineração de opinião e análise de sentimento podem ser abordadas de forma abrangente, com a aplicação de técnicas generalistas. Além disso, é proposto um estudo de caso sobre a cerimônia do Oscar no ano de 2016 para também mostrar como um evento específico pode ser estudado, aplicando técnicas mais específicas que tem como objetivo tornar a classificação mais especializada e precisa, similar ao que foi feito em [7] [8] [9].

1.1 Motivação e Objetivos

1.2 Principais contribuições

1.3 Recursos utilizados

1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos da seguinte forma: no Capítulo 2, para embasamento teórico, são apresentados os conceitos de (CONTINUA). Em seguida, no Capítulo 3, é feita uma análise sobre os principais trabalhos relacionados ao uso dos No Capítulo 2, os conceitos do arcabouço utilizado ... , são descritos. Nesse capítulo são mostrados os motivos para a escolha desse arcabouço, A proposta XXX é apresentada no Capítulo 3, onde a arquitetura da proposta é detalhada, assim como seus componentes e algoritmos. Em seguida, o Capítulo 4 apresenta as ferramentas utilizadas para implementação da proposta, o ambiente implementação, a descrição dos experimentos e os principais resultados obtidos com o XXX, assim como a análise dos valores encontrados. Por fim, o Capítulo 5 conclui este trabalho, ressaltando os objetivos alcançados com as propostas. As principais vantagens e desvantagens da proposta são discutidas, assim como alguns trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Mineração de opinião

É de conhecimento comum que há um acúmulo de dados por toda a internet. Artigos, informações de usuários, comportamento de usuários, são alguns tipos de informação que podem ser encontrados hoje na internet. Esse grande acúmulo não garante informações confiáveis ou uma análise correta sobre os dados, por isso há uma grande urgência para novas teorias computacionais e ferramentas que ajudem a analisar essa quantidade de dados gerados [10]. E dentro dessa enorme gama de dados, existem as informações adicionadas por usuários através de texto que remetem a suas reações a determinadas situações ou objetos.



Figura 2.1: Diagrama de Venn - Mineração de Dados

2.1.1 Sentimento

De acordo com psicólogo Klaus R. Scherer, sentimento é um breve episódio da resposta sincronizada de todos os ou grande parte dos subsistemas orgânicos em resposta a um

evento interno ou externo de grande significância[11]. Algumas outras definições utilizadas são:

- Ato ou efeito de sentir;
- Aptidão para receber as impressões;
- Sensação, sensibilidade;
- Consciência íntima;
- Faculdade de compreender, intuição e percepção;

A mineração de opinião, também conhecida como mineração de sentimento, análise de sentimento ou extração de opinião, é um campo dentro da mineração de dados [12] que tem como objetivo extrair o sentimento do texto escrito por uma pessoa, sem a interferência humana durante o processo.

2.1.2 Desafios

No campo de mineração de opinião, existem uma série de desafios que devem ser tidos como grandes pontos de atenção para quem deseja aplicar essa técnica de forma correta.

- Em blogs e redes sociais é comum encontrar textos com erros de ortografia ou escritos de forma informal, contendo gírias e abreviações comuns dentro da comunicação virtual;
- Dificuldade em discernir uma opinião ou um fato, especialmente quando existem opiniões embutidas em fatos;
- Os textos podem conter ironias e sarcarmos, que são especialmente difíceis de serem identificados e podem impactar os resultados;
- Um texto pode se referir à dois temas diferentes - política e ideologia, por exemplo - com opiniões diferentes sobre os mesmos, o que pode confundir a classificação;

2.1.3 Etapas

O processo de mineração de opinião consiste em 3 etapas: [13]

- Coleta de dados;
- Classificação;
- Análise dos resultados;

2.1.3.1 Coleta de dados

Nesta etapa é conduzida uma busca por opiniões nas mais diversas fontes que podem ser úteis: artigos, sites, comentários, anúncios dentre outras. Como explicado anteriormente, deve-se visar identificar se a informação coletada é uma opinião ou fato. Fatos podem ser descartados imediatamente, porém opiniões apresentadas através de fatos, podem ser úteis.

Existem diversas maneiras de coletar sistematicamente fontes para extrair e armazenar os dados que serão utilizados, dentre elas as mais famosas estão o desenvolvimento *crawlers* - uma rotina sistemática capaz de varrer sites em busca de informações - e a utilização de APIs.

2.1.3.2 Classificação

A classificação é a alma do processo de mineração de opinião. Nesta etapa é determinada a polaridade do objeto de estudo em positivo, negativo e neutro.

Essa etapa é a principal responsável pela acurácia da análise. Por ser a etapa mais delicada do processo é onde ocorrem a maior parte dos erros. Existem diversas técnicas e ferramentas que ajudam a mitigar tais problemas que serão abordadas mais adiante, no Capítulo 3.

2.1.3.3 Análise dos resultados

A análise dos resultados envolve cruzar as informações de polaridade obtidas através texto com qualquer outra informação que exista sobre quem produziu aquela opinião. Desta forma, é possível, por exemplo, determinar qual gênero - masculino ou feminino - tem uma maior aceitação à um produto ou personalidade. As possibilidades para cruzar os dados e obter *insights* será proporcional a quantidade de informações coletadas durante o processo.

2.1.4 Aplicações práticas

Um algoritmo capaz de extrair opiniões de um texto pode ser aplicado em diversos cenários:

2.1.4.1 Pesquisa de opinião sobre um produto

Mineração de opinião pode ser usada por uma empresa para determinar se um certo produto lançado ao mercado atingiu a aceitação prevista, como forma de entender a percepção do público e guiar estrategicamente ações de marketing e relações públicas. Ainda é possível prospectar o sentimento associado a um produto antes mesmo do seu lançamento, visando antecipar *insights* que podem ser valiosos durante o seu desenvolvimento.

2.1.4.2 Análise sobre pessoas públicas

Da mesma forma, é possível utilizar a mesma técnica e direcionar as análises para uma personalidade pública. Por exemplo, é possível determinar a aceitação ou rejeição de um político durante o mandato ou período de eleições, gerando dados que podem ser decisivos na definição de suas estratégias de campanha.

2.1.4.3 Bolsa de valores

Os números do mercado financeiro são uma consequência direta do sentimento que pessoas (investidores) possuem sobre uma empresa [14]. A opinião extraída de especialistas e sites de notícias podem ser usados como um dos fatores decisivos para compra e venda de ações.

2.1.5 Fontes de dados

É notório que estamos rodeados de dados dentro da Internet, porém dentro do campo de minerações de opiniões, existem algumas fontes que se destacam pela abrangência e diversidade dos dados.

2.1.5.1 Mecanismos de busca

É possível utilizar mecanismos de busca para obter opiniões sobre praticamente qualquer temática. Este método possui uma particularidade: mecanismos de busca como Google e

Bing destacam certas páginas de acordo com motivos desconhecidos, o que pode influenciar os resultados obtidos. De forma geral, essa análise é apenas um reflexo do que está sendo buscado naquele momento.

Um exemplo da utilização de mecanismos de busca para mineração de opinião é o site whatdoesinternetthink.net[15], que utiliza como base os mecanismos de busca Google e Bing para determinar a opinião sobre um tema específico ou comparar dois temas entre si.

2.1.5.2 Redes sociais

O intenso compartilhamento de informações e opiniões que vemos hoje nas redes sociais serve como uma excelente fonte de dados para a mineração de opiniões por dois motivos: diversidade e abundância. Somando-se os usuários de Facebook e Twitter por exemplo, obtemos uma amostra considerável da população mundial à disposição para pesquisas.

Para este trabalho, o Twitter foi escolhido como base para a coleta de dados, por ser uma rede social focada em opiniões de usuários e pela grande facilidade que existe em consumir os seus dados através da API pública disponibilizada pelo mesmo.

2.2 Twitter

Contando com uma base ativa de usuários que ultrapassa 300 milhões [16], o Twitter é conhecido como um *microblog* fundado em março de 2006 por Jack Dorsey, Evan Williams e Biz Stone. Os usuários trocam mensagens de até 140 caracteres [17] em um ambiente de rede social, que tem como objetivo dar à todos o poder de compartilhar ideias e informações instantaneamente [16]. Após 10 anos de mercado, a empresa acumula números impressionantes: 300 bilhões de mensagens já foram compartilhadas por seus usuários, que em média enviam 500 milhões de *tweets* [18] - nome pelo qual as mensagens compartilhadas no microblog ficaram conhecidas na Internet - por dia.

Dentro do Twitter, O usuário pode fazer uso de *hashtags* - marcadores conhecidos do público de rede social, que servem como uma indexação para um tópico específico [19]. Apesar de simples, as *hashtags* pode ser usadas das mais diversas maneiras:

- Agrupar comentários e pensamentos acerca de um tema
- Estabelecer uma conexão entre dois tópicos

- Aproximar o usuários de um conteúdo relevante com auxílio de uma busca

2.2.1 Primavera Árabe

Um dos exemplos mais recentes e impressionantes de como as redes sociais desempenharam o papel de aproximar ideologias semelhantes e encorajar debates sociais profundos foi a Primavera Árabe - onda de manifestações e protestos que tiveram início em dezembro de 2010, tendo como cenário o Norte da África e Oriente Médio. Os principais alvos foram os regimes ditatoriais e patriarcais que há muito tempo estavam no poder [20]. Redes sociais foram amplamente utilizadas para marcar encontros, debates e manifestações, além de mostrar para o mundo o que acontecia em tempo real, através do Twitter e outras redes sociais, como o YouTube.



Figura 2.2: O celular e a internet foram as armas dos rebeldes na Primavera Árabe. Fonte: Desconhecida

2.2.2 Análises de redes sociais

A análise de redes sociais ganhou incrível relevância nos campos de pesquisa social e comportamental[21] com o aumento de compartilhamento de informações dentro destes ambientes. Ao invés de analisar comportamentos individuais, atitudes e crenças, a análise de redes sociais foca sua atenção em entidades sociais ou atores interagindo entre si e como essas interações constituem uma estrutura que pode ser estudada e analisada.

Outro ponto levantado recorrentemente quando o assunto é análise de redes sociais é como ela pode ser útil para estudos de ordem micro ou macro. No nível *micro*, as análises

destinam-se a examinar díades, tríades ou outros pequenos sub-grupos - conjuntos de duas, três ou mais atores sociais. No nível *macro*, o objeto de estudo são grandes redes de atores sociais. Todos os dados obtidos durante a coleta permitem segmentar os atores sociais de diversas formas - gênero, idade, religião, posição demográfica, entre outros. Por exemplo, os dados extraídos a partir da API do Twitter, tema abordada no Capítulo 3, nos permite entender como um usuário específico reagiu a uma *hashtag*. Da mesma forma, podemos olhar um cenário mais amplo, como por exemplo, todos usuários de uma região do país. As possibilidades de análise crescem e se tornam mais ricas conforme obtemos mais informações sobre os atores no momento de suas interações sociais.

2.3 API

Uma API é um conjunto de rotinas estabelecidos por um software para a utilização de suas funcionalidades e acessos aos seus dados por outro software que não pretende fazer uso de sua implementação, apenas de seus serviços. Através dessa interface, capaz de fazer uma abstração dos dados e funcionalidades de um software, conectar-se a estes serviços se torna muito mais simples.

Outro ponto que demonstra a importância das APIs durante o desenvolvimento de software é a interoperabilidade. Atualmente, temos o mesmo serviço sendo oferecido em diferentes plataformas, como por exemplo *web*, *desktop* e *mobile*. Cada plataforma possui características e implementações diferentes, porém é possível que todas as plataformas utilizem as APIs como meio único de acesso a dados e serviços, promovendo uma padronização de protocolos e funcionalidades e serviços, além de alta reusabilidade de código.



Figura 2.3: Papel das APIs integrando dados e serviços em diferentes plataformas. Fonte: <http://www.programmableweb.com/>

O Twitter, nossa fonte de dados durante este trabalho, possui uma API pública que

pode ser utilizada por qualquer usuário da rede social [22].

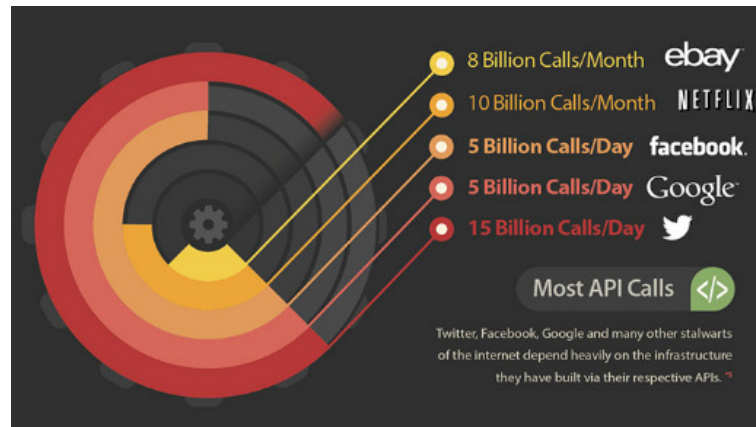


Figura 2.4: APIs mais utilizadas do mundo Fonte: SmartFile

Para efetuar uma comunicação eficiente com quem acessa à API, é necessário implementar um protocolo de acesso aos dados. Os protocolos REST e SOAP são os mais utilizados.

2.3.1 REST

O protocolo REST foi criado em 2000 por Roy Fielding [23] como parte de sua dissertação de doutorado na *University of California Irvine*. Suas principais vantagens são:

- Por ter sido criado dentro de um ambiente acadêmico, o objetivo do protocolo abraça a filosofia *open source* - que preza por projetos onde o código é aberto a todos para manutenção e colaboração [24];
- Fácil implementação e manutenção;
- Separa claramente a implementação do cliente e do servidor;
- A comunicação não é controlada por uma entidade única;
- A informação pode ser armazenada pelo cliente prevenindo múltiplas chamadas;
- Pode retornar a informação em múltiplos formatos - JSON, XML, entre outros.

Por outro lado, o protocolo REST possui algumas limitações. Entre elas, podemos destacar:

- Só funciona em cima do protocolo HTTP;

- Autorização e recursos de segurança devem ser implementados à parte.

Baseado nessas características, o protocolo REST é comumente utilizado para APIs de aplicações *Web* e *Mobile*, como por exemplo, as APIs do Twitter, LinkedIn e Slack.

2.3.2 SOAP

Criado em 1998 por Dave Winer et al com colaboração da Microsoft, o protocolo SOAP concentra-se em endereçar necessidades do mercado corporativo. Como vantagem, o protocolo apresenta os seguintes aspectos:

- Segue uma abordagem mais formal, corporativa;
- Trabalha em cima de qualquer protocolo de comunicação, até mesmo assíncrono;
- Recursos de autorização e segurança incorporados de forma nativa;
- Pode ser descrito utilizando WSDL;

Entre suas principais desvantagens, podemos listar:

- Gasta-se muita banda tráfegando metadados
- Difícil implementação
- Pouco popular entre desenvolvedores *Web* e *Mobile*
- Retorna informação apenas em XML

Geralmente, o protocolo SOAP é mais utilizado em serviços financeiros, *gateways* de pagamento e serviços de telecomunicações.

2.4 Processamento de linguagem natural

2.4.1 Definição

Processamento de Linguagem Natural (PNL) baseia-se em modelos computacionais capazes de executar tarefas envolvem processar informações expresas em língua natural, como por exemplo, interpretação e tradução de textos. [25].

A pesquisa na área está voltada a quatro aspectos da comunicação essenciais:

- fonologia: estudo dos sons;
- morfologia: estudo da estrutura das palavras;
- semântica: estudo do significado;
- pragmática: estudo do significado aplicado a um contexto;

Neste trabalho, o PNL será aplicado à área da semântica e pragmática, responsável por estudar os elementos usados durante uma comunicação para se expressar através da língua (semântica) e a diversidade que pode surgir a partir de um contexto (pragmática). É também um estudo sobre como usuários de uma língua adquirem conhecimento sobre a mesma, através da comunicação oral ou escrita e como essa língua se altera ao longo do tempo.

Um dos grandes desafios da área é modelar o processamento de uma máquina para compreender uma estrutura tão complexa como uma linguagem. Existe um teste famoso na área de computação, o Teste de Turing, que levanta a questão "As máquinas podem pensar?". O teste fundamenta conceitos chave sobre a Inteligência Artificial, que serve como base para o PNL.

2.4.2 Teste de Turing

Introduzido pelo matemático britânico Alan Turing em seu artigo de 1950 "*Computing Machinery and Intelligence* [26], o Teste de Turing explora a capacidade de um computador demonstrar comportamento inteligente equivalente ou indistinguível dos seres humanos.

O teste é composto por três elementos: dois seres humanos, sendo um participante e um juiz e um computador.

O juiz conversa em linguagem natural com um outro ser humano e uma máquina através de um canal de texto, composto por um teclado e uma tela que apresenta a conversa. Todos os participantes estão em ambientes separados. O juiz deve ser capaz de distinguir a máquina do ser humano, caso contrário, a máquina é considerada bem sucedida no teste. O objetivo não é analisar se a máquina é capaz de responder corretamente e sim dizer quão próximas as respostas da máquina foram das do ser humano.

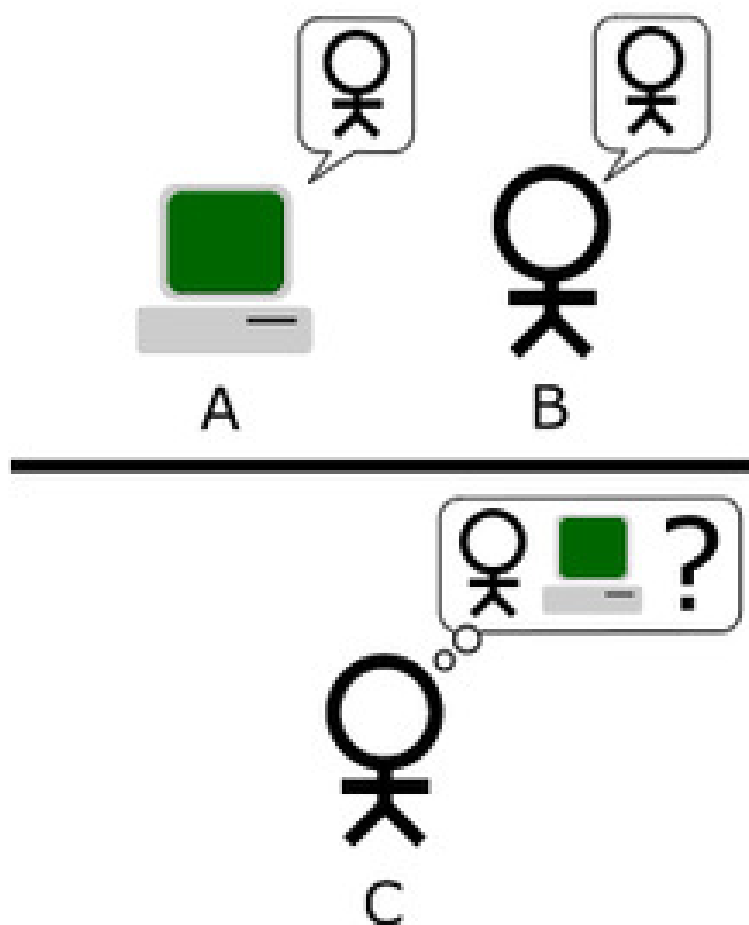


Figura 2.5: O participante A (máquina) e o participante B (humano) se comunicam por texto com o participante C (juiz). Fonte: Wikipédia

2.5 Classificador Naive Bayes

* Demonstração matemática do algoritmo * Uso dele em análise de sentimento/classificação

O classificador conhecido como *Naive Bayes* é um algoritmo probabilístico baseado no Teorema de Bayes que não considera que eventuais dependências possam existir. Por este motivo, suas suposições são nomeadas "ingênuas" - de onde surge o nome *naive* - o que lhe confere uma maior simplicidade e um desempenho maior, em relação a outros algoritmos de classificação [27]. É um método popular para categorização de textos, como por exemplo a classificação de *e-mails* em legítimos ou *spam* - e-mails inúteis que são enviados na esperança que o receptor compre algum produto ou serviço. [28]

2.5.1 O Teorema de Bayes

O Teorema de Bayes permite inferir qual é a probabilidade de um evento A dado um evento B e pode ser expressado pela seguinte equação:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A) P(A)}{P(B)},$$

onde A e B são eventos.

- $P(A)$ e $P(B)$ são probabilidades de A e B sem considerar a relação entre ambos;
- $P(A|B)$, uma probabilidade condicional, é a probabilidade de observar o evento A, dado que o evento B ocorreu.
- $P(B|A)$ é a probabilidade de observar o evento B, dado que o evento A ocorreu.

Suponha que queremos saber a probabilidade de um indivíduo possuir câncer, sem saber nada sobre o indivíduo. Porém, sabemos que a chance de um indivíduo estar infectado com tal câncer é de 1%, ou seja, $P(A)$. Em seguida, suponha que esta pessoa tenha 70 anos de idade e que essa probabilidade é de 0,2% e que 0,5% das pessoas doente possuem 70 anos de idade ou $P(B)$. Se assumirmos que a incidência de câncer e a idade estão relacionadas, podemos utilizar esta informação para melhor medir as chances desta pessoa estar doente. Logo, queremos saber a probabilidade de uma pessoa estar doente quando a mesma possui 70 anos de idade, ou $P(A|B)$.

$$\left(\frac{0,5}{100} \times \frac{1}{100}\right) \div \frac{0,2}{100} = \frac{2,5}{100}$$

Portanto, o resultado do teorema demonstra que possuir 70 anos de idade aumenta a chance de uma pessoa ser portadora de câncer, apesar desta probabilidade ainda ser baixa.

2.5.2 Aplicação no trabalho

Neste trabalho o *Naive Bayes* é utilizado para categorizar *tweets* extraídos do Twitter em positivos, neutros ou negativos. A diferença deste algoritmo para o Teorema de Bayes é assumir que a posição das palavras - eventos da probabilidade - que aparecem no texto não importa para determinar o resultado final.

Como visto em [29] o algoritmo calcula qual a probabilidade de uma frase, denominada documento pertencer a uma determinada classe (polaridade) $P(C/D)$, a partir da probabilidade de $P(C)$ do documento pertencer a esta classe e das probabilidades condicionais de cada termo t_k ocorrer em um documento da mesma classe. O algoritmo tem como objetivo encontrar a melhor classe para um documento maximizando a probabilidade conforme a equação abaixo, onde n_d é o número de termos no documento d .

$$C_{map} = \operatorname{argmax}_{c \in C} P(c|d) = \operatorname{argmax}_{c \in C} P(c) \prod_{k=1}^{n_d} P(t_k/d)$$

Capítulo 3

Proposta

Como visto no Capítulo 2, existe uma corrente dentro da Mineração de Opinião que vem desenvolvendo maneiras de explorar o conteúdo digital gerado pela nossa sociedade todos os dias em redes sociais, através de técnicas utilizando Processamento de Linguagem Natural e *Machine Learning*, principalmente. Com este fato surge a oportunidade de explorar novas ferramentas na solução de problemas que envolvem pesquisas de opinião de forma geral. Neste trabalho propõem-se um *framework* que torna possível fazer pesquisas de opiniões em língua portuguesa sobre qualquer tema que seja rastreável a partir de uma *hashtag* no Twitter. Para tal é necessário que o framework criado seja capaz de:

1. Coletar *tweets* escritos em língua portuguesa que contenham uma determinada *hashtag*;
2. Armazenar as mensagens em uma base de dados;
3. Classificar as mensagens de acordo com a polaridade: negativo, neutro e positivo;
4. Extrair *insights* que auxiliem a tomada de decisão a partir da massa de dados classificada;

3.1 Coleta de dados

* Como Twitter expõe seus dados * Começando na API, Como podemos usá-la (autenticação como dev) * Quantidade de requests por "janela" * Resource Search * Filtros hashtag, linguagem(falar sobre problema), posição geográfica, etc * Exemplo do retorno *

A plataforma do Twitter conecta aplicações e sites com seus dados através de diversos serviços. Para este trabalho, nossa principal fonte de dados será sua API REST, que

possui uma excelente documentação disponível em [22]. Através dela é possível acessar informações de usuários e *tweets*, assim como escrever novas mensagens. Além disso, a API conta com um mecanismo de busca poderoso, que será fundamental para a coleta de dados. Os dados são entregues no formato *Javascript Object Notation* (JSON).

3.1.1 Autenticando na API

Para que ter acesso à API antes é necessário possuir uma conta no Twitter e utilizar o protocolo de autenticação OAuth[30], cujo principal objetivo é permitir que uma aplicação se autentique em outra "em nome de um usuário". A aplicação pede permissão de acesso ao usuário, que possui a escolha de conceder permissão ou não. Um ponto importante: o usuário não precisa informar a sua senha para se autenticar, portanto a permissão continua vigente caso a senha do usuário se altere, o que permite que a aplicação não precise de manutenção caso isso aconteça, tornando-a mais resiliente. A autenticação por meio do OAuth necessita de três passos:

1. Aplicação cliente obtém chave de autenticação;
2. Usuário autoriza aplicação cliente na aplicação servidora;
3. Aplicação cliente troca a chave de autenticação pela chave de acesso;

3.2 Armazenamento

3.3 Classificação

- Aplicar técnicas de normalização no texto. As mesmas devem ser específicas para a língua portuguesa;
- Construir base de palavras e termos classificados utilizadas como insumo para o modelo matemático;
- Preparar uma massa de treino para validar o modelo matemático antes da execução;

3.4 Normalização do texto

A composição de um *tweet* escrito por muitas vezes possui elementos que serão inúteis ou nocivos para o nosso algoritmo de classificação. Por conta disso, um dos primeiros

desafios para tal é conduzir uma normalização nas mensagens, que serão nosso objeto de estudo.

3.4.1 Construção da base de palavras e termos

A construção da base de dados foi feita com o intuito de melhor expressar um sentimento de uma palavra ou texto, para a utilização do algoritmo. Para isso a base foi dividida em dois arquivos, positivos e negativos. Além dessa divisão foi utilizada outras bases criadas como: Re-li(referencia), SentiLex-PT [31], base da puc [32], emoticons [33]. Todas usando a língua portuguesa ou um linguajar universal, no caso dos emoticons e já estarem polarizadas. Essas bases têm em comum é serem feitas apenas de palavras, então ficou-se a dúvida de como a classificação funcionaria posteriormente quando aplicadas a um texto que as palavras podem não estar no mesmo contexto. Ex: "O flamengo jogou muito mal, mas fico feliz pela vitória", onde tem a palavra mal que já dá um tom negativo a frase, porém ao terminar de ler a frase encontrasse as palavras feliz e vitória que tem um contexto positivo. Com essas bases já citadas foi compreendida a necessidade de uma base mais específica para o linguajar utilizado na internet, constituído de gírias, abreviação e até erros de português, para isso foi criada uma base utilizando dados pegos do twitter a partir da marcação hashtagoscar2016.

3.4.2 Massa de treino

3.4.3 Massa de teste

3.4.4 Algoritmo

3.5 Plataforma de análise

Capítulo 4

Resultados e análises

Neste capítulo serão apresentados os processos e os resultados obtidos nesse trabalho. Como visto anteriormente no Capítulo 3, uma das etapas necessárias para a Análise de Sentimento é a classificação de polaridade dos *tweets*. Durante a classificação, resultado da execução do Naive Bayes, foram utilizados diferentes parâmetros que serão apresentados e discutidos durante este capítulo.

4.1 Cenários e parâmetros de teste

Durante a execução dos testes para a análise de resultados o ambiente utilizado foi:

- Sistema operacional: Linux Ubuntu 15.04
- Processador: Core i7
- Memória: 8GB
- Quantidade de *tweets*: 141.798

4.2 Desenvolvimento do modelo de análise

O primeiro teste realizado para a classificação da base obteve o seguinte resultado:

Como mostra a tabela 4.1 é visto quais as bases utilizadas, nesse caso, Reli , PUC e Sentilex, as técnicas utilizadas nesse teste, *Stopwords* e *Stemming*, e o resultado que de 141.798 *tweets*, 17.350 foram positivos, 15.517 negativos e 108.931 neutros, levando 311,673 segundos para executar o teste.

Trazer
ta-
bela
1
pra
ca

Adiciona
ima-

Tabela 4.1: 1º teste

1º Teste	
Bases usadas	Tecnicas usadas
Sentilex PUC ReLi	Stopwords
	Stemming
Resultado	
Positivo	17.350
Negativo	15.517
Neutro	108.931
Tempo	311,673 segundos

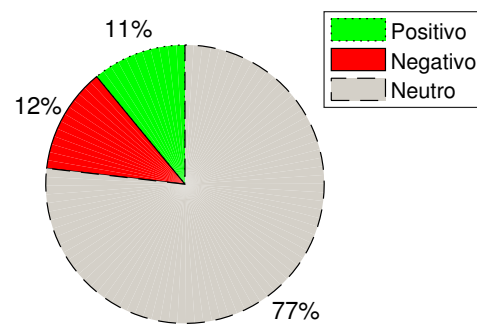


Figura 4.1: Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 1. Fonte: Própria

Nota-se que a quantidade de *tweets* neutros é elevada, evidenciando que o modelo ainda tem dificuldade de definir a polaridade do texto. Com base nos resultados apresentados foram realizadas as seguintes mudanças visando diminuir a ocorrência de dados neutros.

Como mostra a tabela 4.2 as mesmas bases foram utilizadas, porém em algumas bases foram aplicadas a técnica de *stemming*, como PUC-Stem e Sentilex-Stem. Além de utilizar a mesma técnica nas *stopwprds*. O resultado de 141.798 *tweets*, 49.263 foram positivos, 35.079 negativos e 57.456 neutros, levando 397,48 segundos para executar o teste.

Tabela
2
aqui

Analisando o 2º teste é visto que a quantidade de neutro diminuiu consideravelmente, apenas aplicando a técnica de *stemming* em algumas bases de palavras e em *stopwords*

grafico

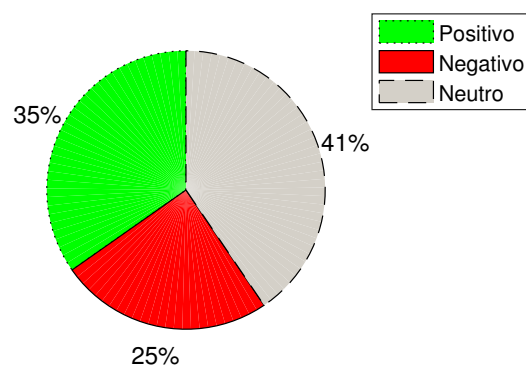


Figura 4.2: Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 2. Fonte: Própria

Ainda buscando a diminuição de dados neutros foi criada uma base de palavras mais próxima do domínio que esse trabalho propõe com a base chamada Oscar2016, essa base contém palavras relevantes ao evento, gerando o seguinte resultado.

Analisando a tabela 4.3 é visto que apenas uma base mais especializada no domínio

colocar
ta-
bela
3
aqui

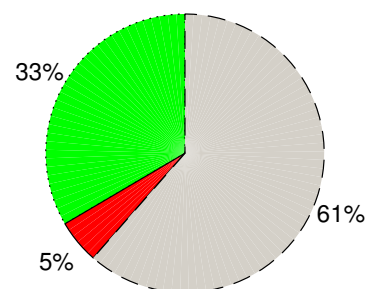
Tabela 4.2: 2º teste

2º Teste	
Bases usadas	Tecnicas usadas
Sentilex-Stem	Stopwords-Stem
PUC-Stem	Stemming
ReLi	
Resultado	
Positivo	49.263
Negativo	35.079
Neutro	57.456
Tempo	397,48 segundos

Tabela 4.3: 3º teste

3º Teste	
Bases usadas	Técnicas usadas
Oscar2016	<i>Stopwords</i>
Resultado	
Positivo	47.450
Negativo	7.210
Neutro	87.138
Tempo	709,126 segundos

não consegue diminuir a quantidade de neutros e ainda aumenta o tempo para a execução dos testes.



grafico

Positivo
Negativo
Neutro

Figura 4.3: Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 3. Fonte: Própria

O 4º teste foi adicionada a base criada, Oscar2016, e as bases genéricas, Sentilex, PUC e Reli gerando o seguinte resultado:

Analisando a tabela 4.4 é visto que nesse teste foi obtido a maior taxa de diminuição de dados neutros, com um tempo de processamento prolongado. Segue abaixo um comparativo dos testes.

Adiciona

gra-
fico

4

Tabela 4.4: 4º teste

4º Teste	
Bases usadas	Técnicas usadas
Oscar2016 SentiLex PUC ReLi	Stopwords Stemming
Resultado	
Positivo	69.070
Negativo	33.461
Neutro	39.267
Tempo	650,97 segundos

Tabela 4.5: Comparando testes

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4
Positivo	15.517	49.263	47.450	69.070
Negativo	17.350	35.079	7210	33.461
Neutro	108.931	57.456	87.138	39.267
Tempo (s)	311,673	397,48	709,129	650,97

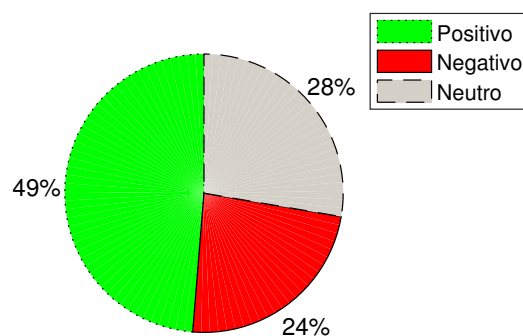


Figura 4.4: Quantidade de tweets separados por polaridade do teste 4. Fonte: Própria

Com o comparativo analisado na tabela 4.5 foram escolhidas as configurações utilizadas no teste 4 para a realização da análise na base capturada.

4.3 Resultados

Para a análise dos resultados é necessário o conhecimento de algumas premissas. O evento do Oscar 2016 foi a 88.^a cerimônia de entrega dos *Academy Awards* em *Los Angeles*, Estados Unidos. O evento teve duração de aproximadamente 4 horas com seu início na noite do dia 28 de fevereiro, as 20:00 horário de Brasília no tapete vermelho com a entrada dos artistas e convidados e com seu encerramento as 2:00 do dia 29. OS marcos do evento são listados de acordo com a imagem 4.5

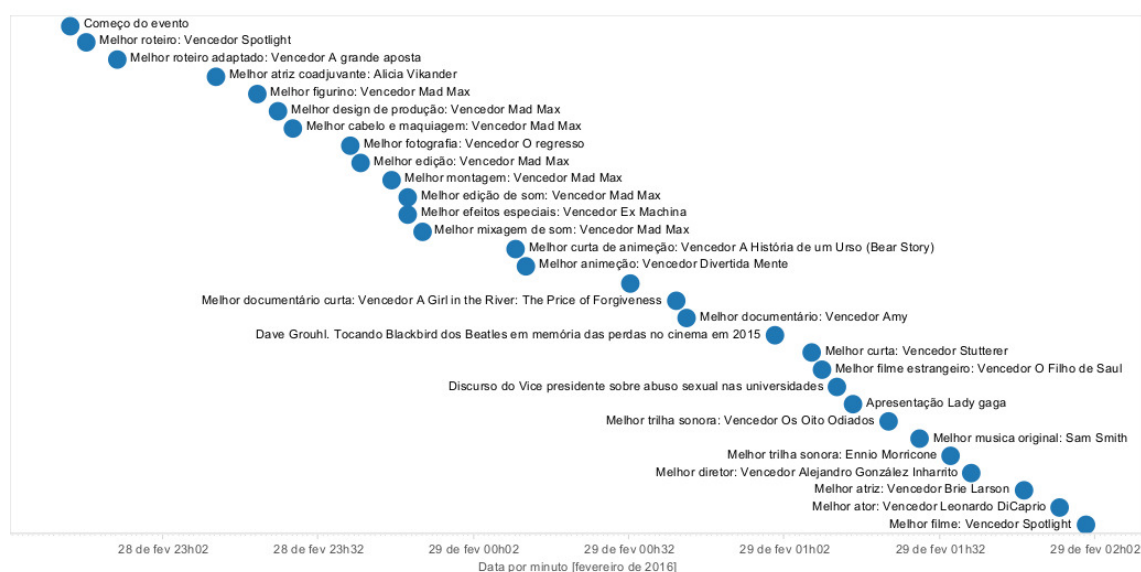


Figura 4.5: Linha do tempo com os marcos do oscar 2016. Fonte:Folha de São Paulo

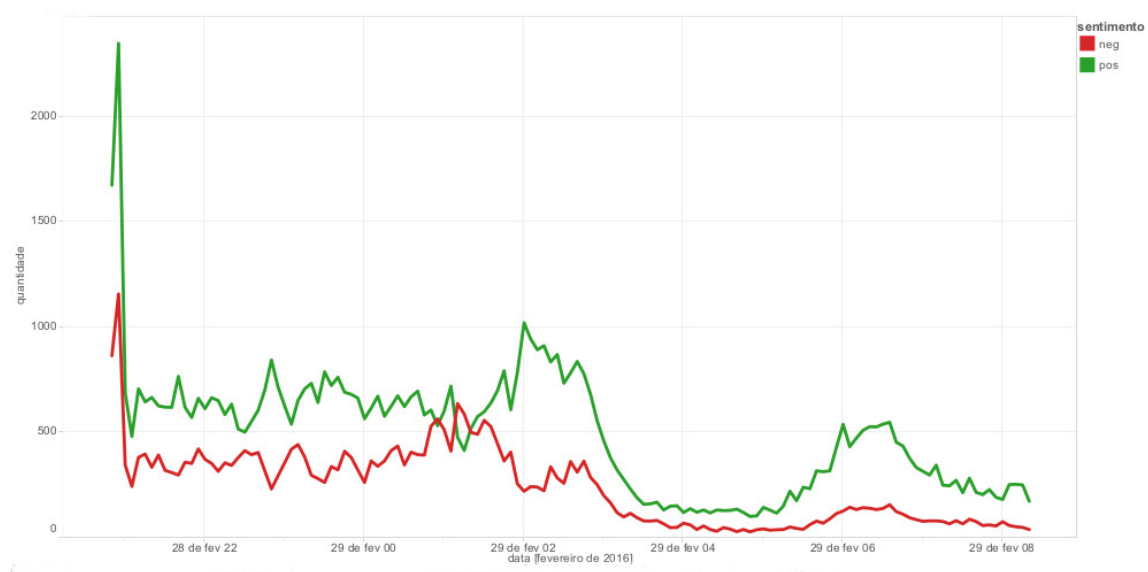


Figura 4.6: Quantidade de tweets por tempo e polaridade. Fonte:Própria

O gráfico 4.6 mostra como ficou a curva da quantidade de *tweets* em relação ao tempo dividido pela polaridade. Nele é visto um pico no começo do evento, durante o tapete vermelho, nesse período foi visto as ocorrências especulações sobre os ganhadores e indicados além das reações dos internautas com a entradas de seus artistas favoritos.

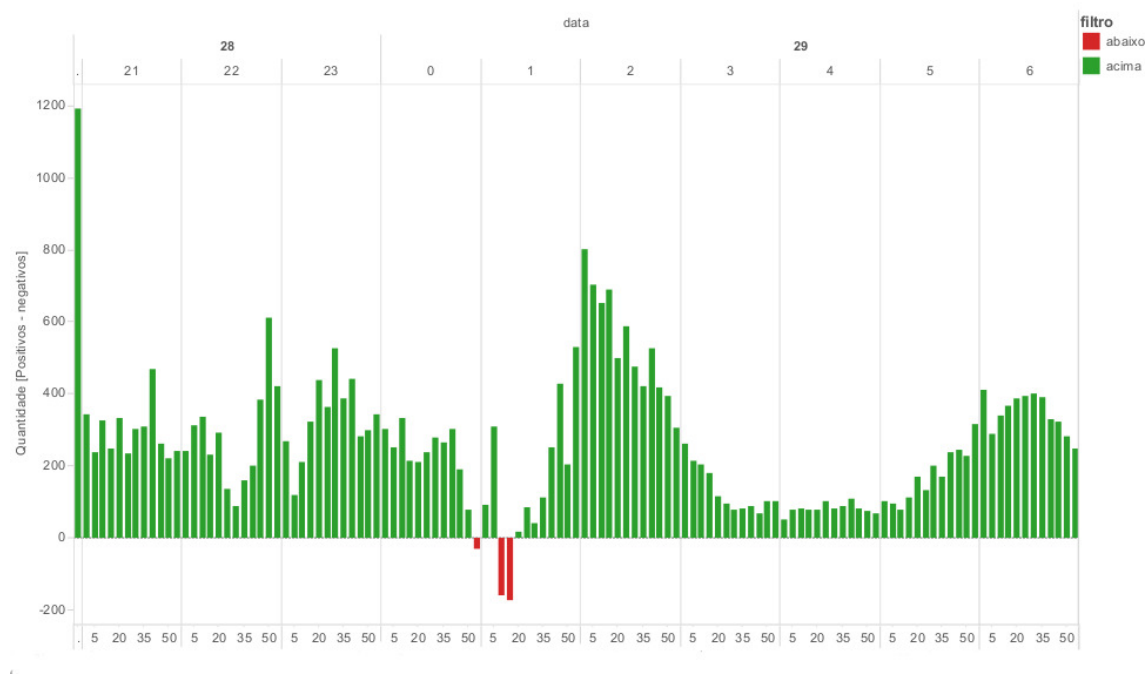


Figura 4.7: Quantidade de tweets positivos diminuído pelos negativos pelo tempo. Fonte:Própria

Analisando o gráfico 4.6, que possui uma visão mais macro, junto com o gráfico 4.7, com a visão mais micro, é notado que em dois momentos a quantidade de *tweets*

negativos sobrepõem a quantidade de positivos no primeiro momento é durante o *show* do Dave Grohl onde é feita uma homenagem aos mortos no mundo do cinema em 2015 onde a sensação de luto ficou evidente durante a apresentação, e de acordo com [34], é a reação à perda de objeto ou pessoa. Como afeto, o luto aproxima-se do humor depressivo. Com isso foi corroborado o aumento do sentimento negativo nessa parte do evento. Outro momento onde ocorre o mesmo efeito é Durante a apresentação da Lady Gaga onde o tema do filme que a música faz parte da trilha é sobre os estupros em faculdades americanas e mais uma vez esse aumento negativo é faz entender o tema pesado e sensível para as pessoas que sofreram e sofrem disso. Excluindo o pico no começo dos gráficos os maiores picos de positivos são presenciados às 2:00, vindo de uma crescente no final das 1:00 da manhã do dia 29 isso se deve a categorias mais aguardadas do evento que são:

- Melhor atriz
- Melhor ator
- Melhor filme

Sendo o que mais se destacou foi a premiação de melhor ator e a vitória de Leonardo DiCaprio que com seus 41 anos de idade e 26 de carreira nunca havia levado um prêmio de melhor ator da Academia. Essa vitória reflete nos gráficos de picos de positivos às 2:00 da manhã onde a repercussão da sua vitória é espelhada pelo twitter chegando aos *trending topics* mundiais na rede social.

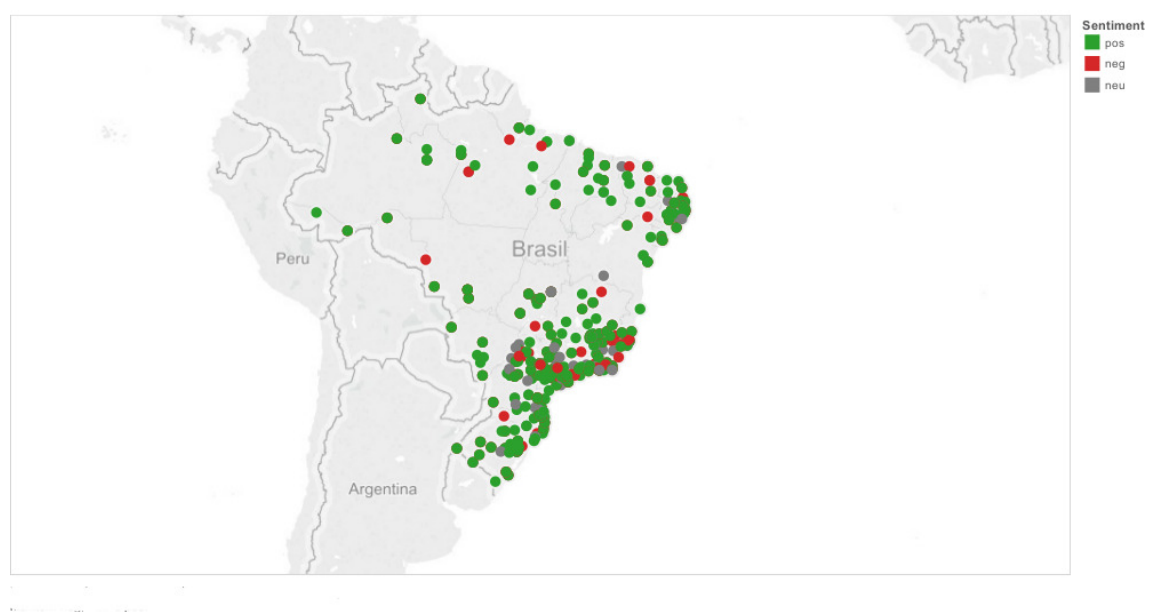


Figura 4.8: Mapa de calor referente a polaridade de sentimento no Brasil. Fonte:Própria

Capítulo 5

Conclusão

Um parágrafo lembrando a importancia do cenário

Esse trabalho identificou e abordou alguns desses problemas, assim como propôs, desenvolveu e avaliou um serviço de gerenciamento eXXXXX Relembrar o que o trabalho fez.

A proposta, XXX, se destacou pelo XXXX que apresentou quando comparada XXXX.

A proposta atingiu os seguintes objetivos, exemplo:

- permitiu que sejam usados IEDs mais simples pois a solução não precisa ser implementada nesses dispositivos;
- reduziu o tempo de convergência dos algoritmos, o atraso na entrega de dados e o tráfego na rede;
- atendeu aos requisitos da Norma IEC 61850;
- implementou e testou um encaminhamento *multicast* independente de camadas e transparente aos dispositivos finais;
- permitiu uma configuração da rede facilitada;
- usou o arquivo SCD da norma para autoconfiguração da rede de Telecomunicações;
- tornou a rede menos sujeita à erros por ser automático;
- permitiu o uso mais inteligente de recuperação de falhas;
- permitiu o alcance de tempos de resposta menores por possuir uma característica proativa.

Os experimentos e as análises realizadas mostraramXXXXXX

Falar de todos os resultados encontrados de forma sumarizada, máximo de uma folha.

Os testes mostraram, também, que

Outro ganho relacionado ao uso da técnica....

A análise realizada mostra que ...

5.1 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, pretende-se ...

Uma outra questão é o estudo, desenvolvimento e implementação ...

Por fim, pretende-se fazer ...

Referências

- [1] H. M. M. Lastres, S. Albagli, and C. A. K. Passos, *Informação e globalização na era do conhecimento*. Campus Rio de Janeiro, 1999.
- [2] D. Santos, “O projecto processamento computacional do português: Balanço e perspectivas,” *quot; In Maria das Graças Volpe Nunes (ed) V Encontro para o processamento computacional da língua portuguesa escrita e falada (PROPOR 2000)(Atibaia SP 19-22 de Novembro de 2000) São Paulo: ICMC/USP, 2000.*
- [3] B. Pang and L. Lee, “Opinion mining and sentiment analysis,” *Foundations and trends in information retrieval*, vol. 2, no. 1-2, pp. 1–135, 2008.
- [4] H. J. C. Gomes, “Text mining: análise de sentimentos na classificação de notícias,” Ph.D. dissertation, 2013.
- [5] A. Pak and P. Paroubek, “Twitter as a corpus for sentiment analysis and opinion mining.” in *LREc*, vol. 10, 2010, pp. 1320–1326.
- [6] P. L. Tortella and J. M. A. Coello, “Análise de sentimentos em mídias sociais.”
- [7] G. A. Rodrigues Barbosa, I. S. Silva, M. Zaki, W. Meira Jr, R. O. Prates, and A. Veloso, “Characterizing the effectiveness of twitter hashtags to detect and track online population sentiment,” in *CHI’12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2012, pp. 2621–2626.
- [8] T. Franca and J. Oliveira, “Análise de sentimento de tweets relacionados aos protestos que ocorreram no brasil entre junho e agosto de 2013,” in *III Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM)*, 2014.
- [9] J. A. CARVALHO FILHO, “Mineração de textos: Análise de sentimento utilizando tweets referentes à copa do mundo 2014,” 2014.
- [10] U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth, “From data mining to knowledge discovery in databases,” *AI magazine*, vol. 17, no. 3, p. 37, 1996.
- [11] K. R. Scherer and M. R. Zentner, “Emotional effects of music: Production rules,” *Music and emotion: Theory and research*, pp. 361–392, 2001.
- [12] F. L. d. Santos, “Mineração de opinião em textos opinativos utilizando algoritmos de classificação,” 2014.
- [13] C. A. S. R. et al., “Mineração de opinião / análise de sentimento.” [Online]. Available: <http://www.inf.ufsc.br/~alvares/INE5644/MineracaoOpinioao.pdf>

- [14] G. Villela and P. A. Mendes, “Finanças comportamentais: O impacto da razão e da emoção no processo decisório em investimentos no mercado financeiro brasileiro,” *Revista de Administração da FATEA*, vol. 6, no. 6, pp. 81–92, 2013.
- [15] [Online]. Available: "<http://www.whatdoestheinternetthink.net>"
- [16] (2016, Maio) Twitter company. [Online]. Available: <https://about.twitter.com/company>
- [17] (2016, Maio) Twitter company. [Online]. Available: "<https://dev.twitter.com/overview/api/counting-characters>"
- [18] (2016, Abril) Dmr stats. [Online]. Available: <http://expandedramblings.com/index.php/march-2013-by-the-numbers-a-few-amazing-twitter-stats/>
- [19] M. Waite, *Paperback Oxford English dictionary*. Oxford University Press, 2012.
- [20] P. N. Howard, A. Duffy, D. Freelon, M. M. Hussain, W. Mari, and M. Mazaid, “Opening closed regimes: what was the role of social media during the arab spring?” *Available at SSRN 2595096*, 2011.
- [21] S. Wasserman and J. Galaskiewicz, *Advances in social network analysis: Research in the social and behavioral sciences*. Sage Publications, 1994, vol. 171.
- [22] (2016, Maio) Twitter company. [Online]. Available: "<https://dev.twitter.com/overview/documentation>"
- [23] R. Fielding, “Architectural styles and the design of network-based software architectures.” [Online]. Available: http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm
- [24] S. Weber, *The success of open source*. Cambridge Univ Press, 2004, vol. 368.
- [25] M. A. Covington, *Natural language processing for Prolog programmers*. Prentice Hall Englewood Cliffs (NJ), 1994.
- [26] A. M. Turing, “Computing machinery and intelligence,” *Mind*, vol. 59, no. 236, pp. 433–460, 1950.
- [27] J. D. Rennie, L. Shih, J. Teevan, D. R. Karger *et al.*, “Tackling the poor assumptions of naive bayes text classifiers,” in *ICML*, vol. 3. Washington DC), 2003, pp. 616–623.
- [28] I. Androutsopoulos, J. Koutsias, K. V. Chandrinou, G. Paliouras, and C. D. Spyropoulos, “An evaluation of naive bayesian anti-spam filtering,” *arXiv preprint cs/0006013*, 2000.
- [29] G. Lucca, I. A. Pereira, A. Prisco, and E. N. Borges, “Uma implementação do algoritmo naïve bayes para classificação de texto,” 2013.
- [30] [Online]. Available: "<http://oauth.net/>"

-
- [31] P. C. "MÃjrio J. Silva and L. Sarmento", "lecture notes in computer science", in *"Building a Sentiment Lexicon for Social Judgement Mining"*, "International Conference on Computational Processing of the Portuguese Language (PROPOR)". "Springer", "2012", pp. "218–228".
- [32] C. Freitas, "Sobre a construção de um léxico da afetividade para o processamento computacional do português," *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, vol. 13, no. 4, pp. 1013–1059, 2013.
- [33] F. F. M. B. F. d. J. "Alexander Hogenboom, Daniella Bal and U. Kaymak". "emoticon sentiment lexicon". [Online]. Available: "<http://people.few.eur.nl/hogenboom/files/EmoticonSentimentLexicon.zip>"
- [34] S. Freud, "Conferências introdutórias sobre psicanálise," in *Conferência XXIII*, 1908.