



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Aline Duarte Bessa

Classificação de documentos de acordo com pontos
de vista sobre um tema
Aspectos teóricos e práticos

Salvador
2010

Aline Duarte Bessa

Classificação de documentos de acordo com pontos de vista sobre um tema

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciência da Computação, Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Alexandre Tachard Passos
Co-orientador: Luciano Porto Barreto

Salvador
2010

RESUMO

Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nono-
nono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono,
nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono
nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono
nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno.
Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno.

Palavras-chave: Mineração de opinião, Naive Bayes, política brasileira, ponto de vista.

ABSTRACT

Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno. Nonono nonono nonono, nonono, nonono nonono nonono nononono nonno.

Keywords: Opinion mining, Naive Bayes, brasilian politics, viewpoint.

LISTA DE FIGURAS

4.1	Representação gráfica para as dez palavras associadas ao tópico pró-situação na Tabela 4.3.	50
4.2	Representação gráfica para as dez palavras associadas ao tópico pró-oposição na Tabela 4.3.	51

LISTA DE SÍMBOLOS

Sua lista de símbolos só vai aparecer aqui quando for rodar o makeindex. Veja a documentação para mais detalhes.

SUMÁRIO

1	Introdução	8
1.1	Objetivo	11
1.2	Trabalhos Relacionados	11
2	Técnicas básicas	13
2.1	Naïve Bayes	13
2.2	<i>Support Vector Machines</i> (SVMs)	17
2.3	Métricas para mensurar o desempenho dos classificadores	19
2.4	Validação cruzada de k dobras	20
2.5	<i>Labeled-Latent Dirichlet Allocation</i> (L-LDA)	21
3	Classificação por ponto de vista: revisão e discussão	23
3.1	Trabalhos Revisados	25
3.1.1	Trabalhos que exploram contagens de palavras ou variações	25
3.1.2	Trabalhos que exploram outras características dos documentos	28
3.1.3	Análise comparativa	32
3.2	Discussão sobre o uso de palavras e a classificação baseada em suas contagens .	34
4	Estudo de caso: Pontos de vista sobre o governo brasileiro	40
4.1	Construindo um corpus para estudo	41
4.2	Classificando documentos com um Naïve Bayes	47
4.3	Ilustrando o uso de palavras por ponto de vista	49

5	Conclusão	53
5.1	Dificuldades encontradas	54
5.2	Trabalhos futuros	55
	Referências Bibliográficas	56

1 INTRODUÇÃO

A busca por opiniões sempre desempenhou um papel importante na geração de novas escolhas. Antes de optar por assistir a um filme, é comum ler críticas a seu respeito ou considerar os comentários de outras pessoas; antes de comprar um produto, muitas vezes procuramos relatos sobre a satisfação de outros consumidores. Com a disseminação da Web e da Internet, a geração de opiniões com impacto, sobre os mais diversos assuntos, foi finalmente democratizada: não é mais preciso, por exemplo, ser um especialista em Economia ou Ciência Política para manter um *blog* convincente sobre algum candidato às eleições.

Neste contexto, a busca por opiniões e comentários em *sites*, *blogs*, fóruns e redes sociais também se popularizou, passando a fazer parte do cotidiano dos consumidores *online*. Uma pesquisa feita nos Estados Unidos revelou que entre 73% e 87% dos leitores de resenhas de serviços *online*, como críticas de restaurantes e albergues, sentem-se fortemente influenciados a consumi-los ou não a depender das opiniões contidas nessas resenhas (COMSCORE; KELSEY-GROUP, 2007). Diante da relevância que opiniões têm na geração de decisões e no processo de consumo, estudos com o intuito de extraí-las da Web e interpretá-las automaticamente tornaram-se mais frequentes na área de Ciência da Computação. Juntos, esses estudos compõem o que ficou conhecido como **Análise de Sentimento** ou **Mineração de Opinião**, termos utilizados como sinônimos (PANG; LEE, 2008) (LIU, 2006).

De acordo com a *survey* de Pang e Lee, referência mais citada para o estudo da área, a Mineração de Opinião envolve o emprego de diversas técnicas computacionais com o intuito de explorar algum dos tópicos abaixo (PANG; LEE, 2008):

1. **Polaridade de sentimento ou graus de polaridade** - Dado um documento opinativo, para o qual se assume que as opiniões se referem basicamente a um único assunto, classifique-o como positivo ou negativo em relação a esse assunto (polaridades opostas) ou localize-o no espectro estabelecido entre duas polaridades opostas;
2. **Deteccção de subjetividade e identificação de opinião** - Dado um documento, detecte

se ele é subjetivo ou não, constituindo-se de fatos ou opiniões, ou que partes dele são subjetivas;

3. **Análise de tópico-sentimento** - Dado um documento opinativo, assume-se que suas opiniões podem se referir a tópicos diferentes, e deve-se identificar quais opiniões interagem com quais tópicos;
4. **Pontos de vista ou perspectivas** - Dado um documento opinativo, que apresente um ponto de vista sobre um tema (uma perspectiva, uma orientação ideológica, um posicionamento), em vez de um sentimento polarizado sobre um único assunto, classifique-o de acordo com esse ponto de vista;
5. **Outras informações não-factuais** - Dado um documento com caráter emotivo/sentimental, identifique que tipos de humor o permeiam e/ou classifique-o de acordo com as emoções encontradas.

O item **Pontos de vista ou perspectivas**, em particular, é de grande aplicabilidade para as Ciências Humanas. Diferentemente dos outros tópicos, mais aplicáveis à compreensão de opiniões **pontuais** sobre marcas/produtos/pessoas públicas, esse item investiga um fenômeno mais profundo: o posicionamento¹ de indivíduos a respeito de temas mais **abrangentes**. Não se trata, portanto, de investigar opiniões estritamente polarizadas, como *positivo*, *negativo*, *bom* ou *ruim* - mas sim pontos de vista e ideologias, como *pró-aborto* ou *anti-pena de morte*. Estas questões motivaram o enfoque dessa monografia para esse item. Em outras palavras, a temática explorada por essa monografia é a **classificação de documentos de acordo com seus pontos de vista sobre um tema**.

Como a *survey* de Pang e Lee elenca **apenas três** trabalhos que envolvem classificação de documentos por ponto de vista, um dos objetivos principais dessa monografia foi explorar essa revisão, criando um documento que possa servir como referência para estudos futuros nessa linha. Os trabalhos revisados foram escolhidos de acordo com metodologia definida no Capítulo 3, e são apresentados no mesmo. Todos eles classificam documentos baseando-se em como eles usam palavras. A ideia, que remete a estudos de Linguística, é de que indivíduos com posicionamentos diferentes utilizam as palavras de formas distintas (TEUBERT, 2001) - e isso é explorado na classificação.

A revisão executada nesse projeto levou a discussões e experimentos também apresentados no Capítulo 3, que visam à investigação de como o uso das palavras interfere na classificação

¹Os termos *posicionamento*, *orientação*, *perspectiva*, *ponto de vista* e *ideologia* são utilizados de forma intercambiável nessa monografia, por serem explorados da mesma forma na literatura revisada para este projeto.

de documentos por ponto de vista. Esses experimentos ilustram aspectos interessantes dos documentos, ampliando a discussão da classificação por ponto de vista. Não foi encontrado **nenhum** outro trabalho que apresente experimentos semelhantes aos apresentados no Capítulo 3 - ou seja, além da revisão em si, tudo indica que a execução desses experimentos é uma contribuição inédita para a área de Mineração de Opinião.

Além da revisão acompanhada de experimentos, esse projeto propõe um estudo de caso envolvendo posicionamentos sobre a política brasileira no Capítulo 4. Além de propor uma classificação por ponto de vista, esse capítulo também discute o uso de palavras por cada uma delas. Não foi encontrado **nenhum** trabalho que classifique documentos brasileiros de acordo com seus pontos de vista, o que faz desse estudo, pelo que tudo indica, o primeiro envolvendo uma temática brasileira. Os resultados são animadores, indicando que a classificação de documentos de acordo com seus pontos de vista também pode ser aplicada, de forma bem sucedida, a *datasets*² em português.

Nesse trabalho é feita, primeiramente, uma descrição básica dos principais classificadores explorados nessa monografia, no Capítulo 2. Eles são o Naïve Bayes e os *Support Vector Machines* (SVMs), muito populares na área de Aprendizado de Máquina. A aplicação deles compõe a metodologia básica de todos os trabalhos estudados - o que varia, de fato, são as representações dos documentos e a forma como eles são pré-processados. No Capítulo 2 também são apresentadas métricas para se avaliar o desempenho de uma classificação e uma técnica de validação para esse desempenho. Ainda nesse capítulo, por fim, é apresentado um modelo utilizado nos Capítulos 3 e 4, com a finalidade de ilustrar o uso de palavras por documentos escritos sob perspectivas diferentes. O modelo é o *Labeled-Latent Dirichlet Allocation* (L-LDA), que associa documentos a tópicos e relaciona suas palavras a cada um deles. No Capítulo 3, alguns trabalhos são selecionados e revisados de forma comparativa. Este capítulo também discute a relação entre o uso de palavras nos documentos e o desempenho da classificação. No Capítulo 4, é apresentado um estudo de caso envolvendo a política brasileira. O escopo desse capítulo envolve a construção de um corpus³, a definição dos pontos de vista a serem considerados, a classificação de documentos de acordo com eles, a discussão do uso de palavras e uma série de considerações finais e indicações de estudos futuros. Por fim, no Capítulo 5, são apresentadas - ou ratificadas - conclusões a respeito dos conteúdos explorados pelos Capítulos 3 e 4. Esse capítulo também discute as principais dificuldades encontradas nesse projeto. As próximas seções apresentam, respectivamente, os objetivos desse trabalho e alguns trabalhos relacionados.

²*Datasets* são conjuntos de dados; nesse caso, de documentos.

³Nesta monografia, os termos *corpus* e *dataset* serão utilizados de forma intercambiável.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é explorar aspectos teóricos e práticos da classificação de documentos de acordo com seus pontos de vista. Para a parte teórica, foi elaborada uma revisão de artigos que tratam do assunto; além disso, a fim de aprofundar a compreensão dos trabalhos revisados, discute-se a relação entre o uso de palavras e a classificação, com o apoio de alguns experimentos. Para a parte prática, foi proposto um estudo de caso envolvendo um corpus de política brasileira, explorando todos os passos envolvidos na sua classificação.

1.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Classificação de documentos por ponto de vista é uma área recente, que vem se popularizando nos principais eventos de Processamento de Linguagem Natural. Apesar disso, ainda há pouco material de apoio para uma introdução ao assunto, sendo necessário ir diretamente aos *sites* desses eventos em busca de artigos. O principal trabalho encontrado nessa direção foi justamente a *survey* de Pang e Lee, que propõe a temática como um subproblema da área de Mineração de Opinião (PANG; LEE, 2008). Esse trabalho apresenta uma boa introdução à área de Mineração de Opinião, apresentando suas principais aplicações, desafios, técnicas e métodos diretamente envolvidos com a identificação, extração e análise de informação opinativa. Dada a abrangência da *survey*, a pouca atenção dedicada à temática dessa monografia era esperada. De todo modo, esse material é aquele que mais se aproxima dos objetivos desse projeto.

No que diz respeito à Mineração de Opinião em geral, Bing Liu propõe materiais introdutórios desde 2006 (LIU, 2006) (LIU, 2010). O enfoque desses trabalhos é apresentar as principais definições da área, seus problemas e técnicas para resolvê-los. Apesar de se aproximar, em diversos pontos, da *survey* de Pang e Lee, seus trabalhos não possuem um caráter de revisão, nem apresentam uma divisão clara da área em subproblemas. Por estes motivos, os trabalhos de Bing Liu funcionam como um bom material de apoio para essa monografia, mas não se relacionam tão intimamente com seus objetivos como a *survey* de Pang e Lee.

Os trabalhos relacionados ao estudo de caso desse projeto, explorado no Capítulo 4, consistem na revisão em si, apresentada no Capítulo 3. São diversos artigos que se propõem a classificar documentos de acordo com seus pontos de vista, utilizando uma mesma metodologia básica. No que diz respeito à temática explorada, a política brasileira, a ferramenta Eleitorando⁴ se aproxima deste projeto. A sua finalidade, entretanto, é monitorar opiniões sobre candidatos

⁴<http://www.eleitorando.com.br/site/>

às Eleições 2010 nas redes sociais, como Twitter⁵ ou YouTube⁶. As informações monitoradas são classificadas como *positivas*, *negativas* ou *neutras*. Não se trata, portanto, do enfoque proposto pela classificação por ponto de vista, que busca identificar o posicionamento defendido em um documento, em vez de opiniões polarizadas. Por fim, o uso de um L-LDA para aprofundar a compreensão dos resultados obtidos com a classificação não foi encontrado em nenhum trabalho estudado para esse projeto.

⁵<http://twitter.com/>

⁶<http://br.youtube.com/>

2 TÉCNICAS BÁSICAS

Este capítulo apresenta os principais classificadores explorados nessa monografia, o Naïve Bayes e os *Support Vector Machines*, respectivamente nas seções 2.1 e 2.2. Eles são empregados por todos os trabalhos revisados no Capítulo 3, ainda que alguns deles proponham o uso de outras técnicas. Como elas são muito particulares de cada trabalho, não serão exploradas neste capítulo. O classificador Naïve Bayes também é utilizado em experimentos conduzidos no Capítulo 3 e no estudo de caso sobre a mídia e o governo brasileiro, apresentado no Capítulo 4.

Na seção 2.3, são apresentadas métricas para se avaliar o desempenho de um classificador qualquer. Além de indicarem a qualidade da classificação, elas estabelecem critérios objetivos para a comparação entre diferentes metodologias. Na seção 2.4, a técnica de validação cruzada de k dobras é discutida. Ela evidencia como um método de classificação generaliza para diferentes conjuntos de documentos. Todos os trabalhos apresentados no Capítulo 3, e o estudo de caso do Capítulo 4, fazem uso dessa técnica. Por fim, na seção 2.5, é apresentado o modelo de tópicos *Labeled-Latent Dirichlet Allocation*, ou simplesmente L-LDA (RAMAGE et al., 2009). Esse modelo interpreta documentos como misturas de tópicos, agregando palavras a cada um deles com maior ou menor intensidade. Seu uso facilita a compreensão de como o conteúdo de um corpus qualquer se segmenta, algo explorado nos Capítulos 3 e 4. A ideia, em ambos os capítulos, é identificar que palavras se associam mais frequentemente a cada ponto de vista presente no corpus, representado como um tópico.

2.1 NAÏVE BAYES

O Naïve Bayes é um classificador que se baseia no Teorema de Bayes e assume a **independência condicional** entre as palavras. Isso significa que, para o Naïve Bayes, as palavras em qualquer documento ocorrem independentemente umas das outras. Além disso, o classificador desconsidera a ordem das palavras nos textos: *casa de aline* e *aline casa de* são interpretados da mesma forma. Apesar dessas suposições simplificarem bastante a estrutura linguística dos documentos, o Naïve Bayes apresenta um bom desempenho na classificação por ponto de vista,

como pode ser conferido nos trabalhos revisados no Capítulo 3.

O Naïve Bayes é um classificador probabilístico, cuja finalidade é encontrar a classe mais provável para um documento qualquer. Dado um documento d_i pertencente a um corpus D com um vocabulário V , e um conjunto de classes C , a probabilidade da classe c de d_i ser x , $x \in C$, dado d_i ($P(c = x | d_i)$) é expressa por uma aplicação do Teorema de Bayes (LEWIS, 1998)

$$P(c = x | d_i) = \frac{P(c = x)P(d_i | c = x)}{P(d_i)} \quad (2.1)$$

onde $P(c = x)$ é a probabilidade de se obter a classe x , independentemente de qualquer documento d_i ; $P(d_i | c = x)$ é a probabilidade de se obter o documento d_i fixando-se a classe x - ou, em outras palavras, a probabilidade de d_i pertencer à classe x -; e $P(d_i)$ é a probabilidade de se obter o documento d_i , independentemente de qualquer classe. Na prática, como o classificador deve buscar a classe x que maximize a Equação 2.1, e a probabilidade $P(d_i)$ independe de qualquer classe, ela pode ser abstraída.

Há $|C|$ valores possíveis para a classe c de d_i , e o Naïve Bayes assume que eles são distribuídos de acordo com uma distribuição $Binomial(|C|, \pi)$. O parâmetro π , por sua vez, é assumido como um dos valores possíveis para uma variável aleatória ϕ . Assim como o classificador associa uma distribuição binomial para os valores possíveis da classe c , ele assume que os valores de ϕ estão distribuídos de acordo com uma distribuição $Beta(\alpha, \beta)$. Os parâmetros α e β são fixados antes de se iniciar o processo de classificação. Diante disso, a probabilidade de se obter o valor π é dada por (RESNIK; HARDISTY, 2009)

$$P(\phi = \pi | \alpha, \beta) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \pi^{\alpha-1} (1 - \pi)^{\beta-1} \quad (2.2)$$

A função B é aplicada aos valores α e β para garantir que a distribuição de probabilidade $Beta$, quando integrada, some um (EVANS; HASTINGS; PEACOCK, 2000)¹. Considerando-se o lado direito da Equação 2.1, e o fato de que os valores para c são distribuídos de acordo com $Binomial(|C|, \pi)$, tem-se que a probabilidade de se obter $c = c_j$, $P(c = c_j)$, é dada na prática por (RESNIK; HARDISTY, 2009)

$$P(c = c_j | \pi, |C|) = \binom{|C|}{c_j} \pi^{c_j} (1 - \pi)^{|C| - c_j} \quad (2.3)$$

Ainda considerando o lado direito da Equação 2.1, assume-se sem perda de generalidade

¹Toda distribuição de probabilidade, quando integrada, deve totalizar exatamente um. (EVANS; HASTINGS; PEACOCK, 2000)

que c_j foi o valor amostrado e deve-se estimar $P(d_i | c = c_j)$. A probabilidade de se obter o documento d_i , na prática, não depende de c_j , mas de um parâmetro θ_j amostrado **especificamente** para essa classe. O Naïve Bayes assume que θ_j é um dos valores que uma variável ε pode assumir, e eles são distribuídos de acordo com uma distribuição *Dirichlet*(γ_j). O parâmetro γ_j também deve ser fixado antes de se iniciar o processo de classificação. Sendo assim, a probabilidade de se obter o valor θ_j é dada por (RESNIK; HARDISTY, 2009)

$$P(\varepsilon = \theta_j | \gamma_j) = \frac{1}{B(\gamma_j)} \prod_{k=1}^{|V|} \theta_{j,k}^{\gamma_{j,k}-1} \quad (2.4)$$

A função B , aplicada a γ_j , também é utilizada para garantir que a distribuição *Dirichlet*, quando integrada, some um (EVANS; HASTINGS; PEACOCK, 2000). Fixado o valor θ_j , tem-se que todos os documentos possíveis de se amostrar para uma classe c_j estão distribuídos de acordo com uma distribuição *Multinomial*(V, θ_j). O primeiro parâmetro dessa distribuição é V porque apenas as palavras dos documentos são consideradas na construção da distribuição. A probabilidade de se obter o documento d_i , definida na Equação 2.1 como $P(d_i | c = c_j)$, pode ser reescrita portanto como (RESNIK; HARDISTY, 2009)

$$P(d_i | V, \theta_j) = \prod_{k=1}^{|V|} \theta_{j,k}^{N(w_k, d_i)} \quad (2.5)$$

$N(w_k, d_i)$, por sua vez, é o número de vezes que a k -ésima palavra do vocabulário V , w_k , ocorre no documento d_i (RESNIK; HARDISTY, 2009). A esse número, dá-se o nome de **contagem** de w_k em d_i (NIGAM, 2001). Observa-se, portanto, que as contagens de palavras em d_i estão intrinsecamente relacionadas com a Equação 2.1, pilar da classificação. Alternativamente, é possível utilizar, no lugar de $N(w_k, d_i)$, um *bit* representando a **ausência** (0) ou **presença** (1) da k -ésima palavra de V em d_i (MCCALLUM; NIGAM, 1998). De todo modo, essa mudança não interfere no uso da Equação 2.1. Tanto as contagens de palavras quanto os bits que representam suas ausências/presenças são muito utilizados, na classificação, pelos trabalhos revisados no Capítulo 3.

Os parâmetros α , β e γ_j , $j \in \{0, \dots, |C| - 1\}$, recebem o nome de **hiperparâmetros**. Isso se deve ao fato de que eles são diferentes de parâmetros como π e θ_j , $j \in \{0, \dots, |C| - 1\}$, pois modelam distribuições de probabilidade *antes* de serem feitas observações sobre as classes e palavras de D . Essas distribuições - no caso, *Beta* e *Dirichlet* - recebem o nome de distribuições **a priori** (BISHOP, 2006). No caso dos hiperparâmetros α e β , uma estratégia comum é escolher o mesmo valor para ambos, favorecendo uma distribuição uniforme para a variável aleatória ϕ

(NIGAM, 2001). Estratégia semelhante pode ser adotada na escolha das $|V|$ entradas de um γ_j qualquer.

Como o Naïve Bayes assume que as palavras de d_i , $\langle w_{d_{i,1}}, \dots, w_{d_{i,|d_i|}} \rangle$, são condicionalmente independentes, a Equação 2.1 pode ser reescrita como (LEWIS, 1998)

$$P(c = x | d_i) = \frac{P(c = x) \prod_{k=1}^{|d_i|} P(w_{d_{i,k}} | c = x)}{P(d_i)} \quad (2.6)$$

Neste caso, a probabilidade de se amostrar cada palavra $w_{d_{i,k}}$ corresponde ao k -ésimo termo do produtório da Equação 2.5.

Em um cenário de classificação, os valores de parâmetros e classes devem ser reamostrados **iterativamente**, a fim de se aproximarem cada vez mais das reais distribuições contidas no corpus. Isso pode ser feito através de alguma técnica de amostragem, como **Gibbs Sampling** ou **Expectation-Maximization**. Por questões de escopo, elas não serão apresentadas nessa monografia, podendo ser consultadas no livro de Aprendizado de Máquina de Christopher Bishop (BISHOP, 2006). Em ambas as técnicas, valores iniciais devem ser atribuídos às classes dos documentos, de acordo com as distribuições apresentadas nos parágrafos anteriores. Em seguida, eles devem ser reamostrados considerando-se as **contagens** de todas as palavras do corpus, separadas por classe. A contagem de uma palavra w em uma classe é a soma das contagens de w em todos os seus documentos (RESNIK; HARDISTY, 2009). Na prática, no decorrer das iterações, tem-se que o θ que maximiza a Equação 2.5 está associado à classe cujas contagens de palavras, **proporcionalmente**, mais se assemelham às contagens de d_i (RESNIK; HARDISTY, 2009). Intuitivamente, portanto, tem-se que quão mais diferentes forem essas proporções por classe, mais difícil é, para o Naïve Bayes, *se enganar* na escolha da classe de d_i . O artigo de Mullen e Malouf sobre política dos Estados Unidos (MULLEN; MALOUF, 2006), inclusive, associa o mau desempenho obtido na classificação de documentos a proporções muito parecidas de contagens por classe. Essa questão é discutida mais detalhadamente no Capítulo 3.

Na prática, para melhorar o desempenho da classificação, cria-se um *perfil inicial* de contagens para cada classe, informando-se ao Naïve Bayes a classe verdadeira de alguns documentos. Ao conjunto desses documentos, dá-se o nome de **conjunto de treinamento** (BISHOP, 2006). O Naïve Bayes não precisa reamostrar as classes dos documentos desse conjunto, pois elas são informadas *antes* da classificação. Aos documentos cujas classes não são conhecidas, dá-se o nome de **conjunto de teste** (BISHOP, 2006). A classificação em si, apresentada no parágrafo anterior, só se aplica a esse segundo conjunto, que pode corresponder a D ou a um subconjunto dele, caso parte de seus documentos constitua um conjunto de treinamento. Todos as aplicações

de Naïve Bayes discutidas nos Capítulos 3 e 4 fazem uso de conjuntos de treinamento e teste.

Apesar de simples, o Naïve Bayes apresenta um bom desempenho na classificação de documentos por ponto de vista, como evidenciam os trabalhos revisados no Capítulo 3. Exemplos de sua aplicação podem ser encontrados nesse capítulo e também no Capítulo 4. Para esse projeto, a implementação desenvolvida² aplica a técnica de Gibbs Sampling, amostrando valores para classes e parâmetros do conjunto de teste até a classificação estabilizar. O número de iterações, fixado em 500, se mostrou mais do que suficiente para estabilizar a classificação em todos os experimentos conduzidos, apresentados nos Capítulos 3 e 4.

2.2 SUPPORT VECTOR MACHINES (SVMs)

Support Vector Machines, ou simplesmente **SVMs**, são uma família de métodos que utilizam uma abordagem geométrica para classificação. Eles são fundamentalmente utilizados em problemas de classificação envolvendo duas classes, mas podem ser adaptados para problemas mais complexos. Nesta seção, serão apresentados apenas os princípios de funcionamento de SVMs para duas classes, mais comuns na literatura. Para um aprofundamento sobre SVMs aplicados a problemas com mais de duas classes, recomenda-se a leitura do livro de Aprendizado de Máquina de Christopher Bishop (BISHOP, 2006).

Dado um conjunto de documentos D e um conjunto M de elementos³ de D , tem-se que cada documento $d \in D$ é representado como um vetor $x \in \mathbb{R}^{|M|}$. Cada entrada de x contém um valor associado a um dos elementos de M . Se M corresponde ao vocabulário de D , por exemplo, cada entrada de x pode corresponder à **contagem** de uma palavra de M em d . Sem perda de generalidade, assume-se que D divide-se em dois conjuntos: **treinamento** e **teste**, de forma semelhante ao apresentado na seção 2.1. Ainda neste sentido, assume-se também que a classe de cada documento é um inteiro: 1 ou -1 (OGURI, 2006). Um SVM deve, portanto, utilizar as representações do conjunto de treinamento em $\mathbb{R}^{|M|}$ para construir os hiperplanos θ_1 e θ_{-1} , conforme as Equações 2.7 e 2.8 (OGURI, 2006)

$$\theta_1 \equiv \mathbf{x} \cdot \mathbf{w} + b = 1 \quad (2.7)$$

$$\theta_{-1} \equiv \mathbf{x} \cdot \mathbf{w} + b = -1 \quad (2.8)$$

²A implementação está disponível no repositório *online* de Aline Bessa: <http://github.com/alibezz>.

³Esses elementos podem ser, por exemplo, o vocabulário do corpus D , como no Naïve Bayes padrão apresentado na seção 2.1.

As representações de documentos que pertencem a θ_1 ou θ_{-1} recebem o nome de *vetores suporte*⁴ (OGURI, 2006). O objetivo inicial de um classificador SVM é escolher os parâmetros \mathbf{w} e b que maximizem a distância entre esses hiperplanos. Para realizar essa otimização, o problema pode ser remodelado com multiplicadores de Lagrange $\{\alpha_i\}$, $1 \leq i \leq n$, levando à Equação 2.9. Busca-se, então, a minimização desta equação com relação a \mathbf{w} e b e maximização com relação a $\{\alpha_i\}$, com todo $\alpha_i \geq 0$ (OGURI, 2006)

$$L(\alpha, b, \mathbf{w}) = \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|^2 - \sum_{i=1}^n \alpha_i [y_i(x_i \cdot \mathbf{w} + b) - 1] \quad (2.9)$$

onde n é a cardinalidade do conjunto de treinamento e $\|\mathbf{w}\|$ é a norma euclidiana do vetor \mathbf{w} . Após a obtenção dos valores de $\{\alpha_i\}$ que maximizam a Equação 2.9, a obtenção da classe $y = 1$ ou $y = -1$ de um documento do conjunto de teste, representado por um vetor x_j , é dada pelo sinal do somatório (OGURI, 2006)

$$y(x_j) = \text{ sinal } \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i y_i (x_i \cdot x_j) + b \right) \quad (2.10)$$

Esta solução funciona em casos nos quais as representações do conjunto de treinamento, $\{x_1, \dots, x_n\}$, são linearmente separáveis - ou seja, obedecem à restrição (OGURI, 2006)

$$y_i(x_i \cdot \mathbf{w} + b - 1) \geq 0, \quad i = 1, \dots, n \quad (2.11)$$

Quando esses pontos não são linearmente separáveis, essa metodologia precisa ser ajustada, modelando a classificação errônea de documentos. Isto envolve a introdução de n variáveis de folga⁵ ϵ_i , uma para cada ponto (x_i, y_i) . ϵ_i é igual a zero se $y(x_i) = y_i$ e igual a $|y_i - y(x_i)|$ em caso contrário (BISHOP, 2006). O SVM deve, neste caso, buscar o valor de \mathbf{w} que minimize (OGURI, 2006)

$$C \sum_{i=1}^n \epsilon_i + \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|^2 \quad (2.12)$$

onde C é um parâmetro responsável por controlar o compromisso entre a penalidade das variáveis de folga e a distância máxima entre os hiperplanos θ_1 e θ_{-1} (OGURI, 2006). Na modelagem com multiplicadores de Lagrange, a Equação 2.9 deve ser otimizada de tal forma que todo α_i deve ser maximizado obedecendo à restrição $0 \leq \alpha_i \leq C$. Desta forma, também se

⁴Do inglês *support vectors*.

⁵Do inglês *slack variables*.

obtem a Equação 2.10 para determinação da classe de um novo documento.

Representações muito parecidas para documentos pertencentes a classes diferentes comprometem a determinação de hiperplanos θ_1 e θ_{-1} que conduzam a uma boa classificação. Quanto mais diferentes forem as representações por classe, menor a probabilidade de que um SVM *se engane* na determinação da classe de um novo documento. Neste sentido, portanto, o SVM se aproxima bastante do Naïve Bayes. De fato, esse princípio permeia a noção de classificação em qualquer nível: dois elementos quaisquer devem ser suficientemente diferentes, em algum aspecto, para pertencerem a classes distintas.

De acordo com um estudo de Ng e Jordan, o Naïve Bayes atinge bom desempenho com um conjunto de treinamento menor do que aquele requerido pelos SVMs (NG; JORDAN, 2002). Considerando essa observação, e o fato de que alguns dos *datasets* estudados nesse projeto não são muito grandes, todos os experimentos desenvolvidos nos Capítulos 3 e 4 envolvem apenas o Naïve Bayes. Apesar disso, SVMs são aplicados em boa parte dos trabalhos revisados no Capítulo 3 - por esse motivo, foi considerado necessário apresentá-los nessa seção.

2.3 MÉTRICAS PARA MENSURAR O DESEMPENHO DOS CLASSIFICADORES

A classificação de documentos, de acordo com seus pontos de vista, é um dos principais objetivos dos trabalhos revisados neste projeto. Para medir a qualidade dessa classificação, dado um conjunto de documentos D e um conjunto de classes C , normalmente são utilizadas as seguintes métricas: taxa de acerto, precisão, chamada ou métrica F1. A **taxa de acerto**⁶ é definida por (MANNING; RAGHAVAN; SCHUTZE, 2008)

$$\frac{\#documentos\ classificados\ corretamente}{\#total\ de\ documentos} \quad (2.13)$$

A taxa de acerto não evidencia o quanto o classificador está *errando*, apresentando apenas uma medida de seu sucesso. Para este caso, indica-se o uso da **precisão**. Essa métrica, medida para uma classe $c \in C$ qualquer, é definida por (MANNING; RAGHAVAN; SCHUTZE, 2008)

$$\frac{\#documentos\ classificados\ corretamente\ como\ c}{\#total\ de\ documentos\ classificados\ como\ c} \quad (2.14)$$

⁶Do inglês *accuracy*.

A **rechamada**⁷, medida também para uma classe $c \in C$ qualquer, é definida como (MANNING; RAGHAVAN; SCHUTZE, 2008)

$$\frac{\#documentos\ classificados\ corretamente\ como\ c}{\#total\ de\ documentos\ pertencentes\ a\ c} \quad (2.15)$$

A rechamada também evidencia o quanto o classificador está *acertando* - mas por classe. A **métrica F1**⁸, também medida para uma classe $c \in C$ qualquer, é dada por (MANNING; RAGHAVAN; SCHUTZE, 2008)

$$2 \times \frac{precisao \times rechamada}{precisao + rechamada} \quad (2.16)$$

A métrica F1 pondera os valores obtidos para a precisão e para a rechamada de uma classe c qualquer. Essas métricas revelam aspectos diferentes do desempenho de um classificador. Por este motivo, é comum encontrar mais de uma delas sendo utilizada no mesmo contexto. Além de medirem desempenho, elas estabelecem critérios objetivos para a comparação entre métodos de classificação, como pode ser visto nos artigos de Lin et al. sobre o conflito Israel-Palestina (LIN et al., 2006) e de Efron sobre orientação cultural (EFRON, 2004).

2.4 VALIDAÇÃO CRUZADA DE K DOBRAS

A **validação cruzada de k dobras** é uma técnica estatística que pode ser associada a classificadores que utilizam conjuntos de **treinamento** e **teste** em suas metodologias - caso dos SVMs e do Naïve Bayes, por exemplo. A ideia é estimar o quanto um certo modelo generaliza para um conjunto aleatório de dados (REFAEILZADEH; TANG; LIU, 2009); nesse caso, o modelo é um classificador e os dados são documentos de teste. Nesse tipo de validação, divide-se, aleatoriamente, um conjunto de documentos D em k subconjuntos mutuamente exclusivos, denominados **dobras**⁹ (KOHAVI, 1995). O conjunto de teste corresponde a uma das k dobras e as $k - 1$ restantes, unidas, compõem o conjunto de treinamento.

A classificação deve ser executada k vezes, com uma dobra diferente como conjunto de teste por vez (KOHAVI, 1995). As métricas associadas ao desempenho de cada classificação podem ser consideradas conjuntamente, através de uma média aritmética, ou em separado (REFAEILZADEH; TANG; LIU, 2009). Os resultados obtidos evidenciam o quanto a classificação

⁷Do inglês *recall*.

⁸Do inglês *F1-measure*.

⁹Para os experimentos realizados neste projeto, cada dobra tem aproximadamente a mesma cardinalidade.

conserva seu desempenho, independentemente do conjunto de teste selecionado. Para os trabalhos estudados nessa monografia, os valores mais comuns para k foram **cinco** e **dez**.

2.5 *LABELED-LATENT DIRICHLET ALLOCATION (L-LDA)*

O modelo *Labeled-Latent Dirichlet Allocation*, ou simplesmente **L-LDA**, fundamenta-se na ideia de que um documento pode tratar de múltiplos tópicos, refletidos nas palavras que o compõem (GRIFFITHS; STEYVERS, 2004). Esses tópicos, para efeito prático, podem ser assuntos, ideias ou pontos de vista. A finalidade desse modelo não é classificar documentos, mas sim evidenciar como as palavras se relacionam com seus tópicos. O L-LDA associa as palavras dos documentos a tópicos diferentes, com maior ou menor probabilidade, criando agrupamentos que compartilham uma semelhança semântica/temática.

Dado um conjunto de documentos D e um conjunto de tópicos T , O L-LDA interpreta um documento $d \in D$ como uma lista de palavras $\langle w_{d_1}, \dots, w_{d_{|d|}} \rangle$, e o associa a uma lista binária representando a presença/ausência de cada tópico de T , $\langle l_1, \dots, l_{|T|} \rangle$. Cada palavra w pertence ao vocabulário de D , V , e cada l funciona como um *bit*, assumindo os valores 0 ou 1 (RAMAGE et al., 2009). Antes de se executar o modelo, portanto, já se sabe quais dos tópicos de T se associam a cada documento.

O L-LDA representa cada documento d como uma mistura de seus tópicos, associando-o a um parâmetro θ_d . Esse parâmetro é amostrado de acordo com uma distribuição de probabilidade *Dirichlet*(α), onde α é um hiperparâmetro escolhido antes da execução do modelo. De forma análoga, cada tópico $t \in T$ é interpretado como uma mistura de palavras e se associa a um parâmetro ϕ_t . Esse parâmetro é amostrado de acordo com uma distribuição *Dirichlet*(β), onde β é um hiperparâmetro também escolhido antes da execução do modelo (GRIFFITHS; STEYVERS, 2004). Em seguida, para cada palavra de d , um dos tópicos associados ao documento é amostrado de acordo com a distribuição de probabilidade *Multinomial*(T_d, θ_d). T_d é o subconjunto de T que corresponde exatamente aos tópicos relacionados a d . Por fim, considerando-se que o tópico escolhido foi um t_i , uma palavra $w \in V$ é amostrada de acordo com a distribuição *Multinomial*(V, ϕ_{t_i}) (BLEI; NG; JORDAN, 2003).

Na seção 2.1, como o Naïve Bayes se fundamenta em uma aplicação do Teorema de Bayes, foram apresentadas as probabilidades de se determinar uma classe e um documento específicos, evidenciando a relação entre classificação e contagens de palavras naquele contexto. As probabilidades associadas às escolhas de tópicos e palavras, neste cenário, são semelhantes às aquelas apresentadas na seção 2.1 e, portanto, não serão exploradas na presente seção. Para um apro-

fundamento sobre o assunto, portanto, sugere-se consulta ao artigo de Ramage et al., no qual o L-LDA é proposto (RAMAGE et al., 2009). Por ora, é suficiente informar que quão maior é a probabilidade de se obter uma palavra w dado um tópico t , mais forte é a relação entre eles. De forma semelhante, quão maior é a probabilidade de se amostrar um tópico t associado a d , dada uma distribuição θ_d , mais importante é o tópico no contexto desse documento (GRIFFITHS; STEYVERS, 2004).

A saída da execução de um L-LDA é uma tabela que indica quantas vezes cada palavra de D foi amostrada para cada tópico de T . Essa informação também pode ser obtida separadamente por documento, indicando como os tópicos segmentam seus conteúdos. Como o número de palavras associadas a cada tópico costuma ser bastante extenso, arbitra-se um valor k para cada um deles e, na prática, visualiza-se apenas as k palavras mais frequentemente associadas. No trabalho de Ramage et al., onde o L-LDA é proposto, os valores de k variam entre 9 e 12 (RAMAGE et al., 2009). Para os experimentos conduzidos nos Capítulos 3 e 4, fixa-se um mesmo k para todos os tópicos: 10.

O L-LDA foi proposto em 2009, mas até o momento já foi citado por pelo menos quinze outros trabalhos científicos¹⁰. Trata-se, portanto, de um modelo novo que está se popularizando. Analisando o objetivo desses trabalhos, concluiu-se que todos eles associam tópicos a assuntos. O artigo de Ramage et al., inclusive, associa tópicos a *tags* de *blogs*, como *books* ou *religion*. Nos Capítulos 3 e 4, tópicos representam perspectivas sobre um tema, de modo que cada documento é rotulado com apenas um deles. Há também um outro tópico, neutro, associado a todos os documentos. Como ele se relaciona com todos os elementos de D , a tendência é que as palavras mais comuns, independentemente de ponto de vista, se associem mais frequentemente a ele. É válido ressaltar que esse uso do L-LDA não foi encontrado em **nenhum** trabalho revisado para esta monografia.

No L-LDA, assim como no Naïve Bayes, alguma técnica de amostragem deve ser utilizada para, iterativamente, aproximar as distribuições de probabilidade apresentadas nessa seção o máximo possível daquelas presentes no corpus. A implementação do L-LDA utilizada nos Capítulos 3 e 4 também utiliza Gibbs Sampling e está disponível no repositório *online* de Alexandre Passos¹¹. O número de iterações para o modelo foi fixado em 100, valor suficiente para estabilizar as amostragens de tópicos e palavras.

¹⁰Essa verificação foi feita em 11 de Outubro de 2010, com o apoio do *Google Scholar*.

¹¹<http://github.com/alextp>

3 CLASSIFICAÇÃO POR PONTO DE VISTA: REVISÃO E DISCUSSÃO

A classificação de documentos de acordo com seus pontos de vista é um tópico de pesquisa relativamente novo. Ele foi proposto como subproblema da área de Mineração de Opinião em 2008, pelas pesquisadoras Bo Pang e Lillian Lee (PANG; LEE, 2008). De acordo com elas, esse subproblema se diferencia da classificação por opinião por não configurar as classes como pólos (*positivo, negativo* etc.). De fato, a classificação por ponto de vista visa a separar os documentos de um corpus de acordo com seus diferentes posicionamentos sobre um tema, como *pró-Israel* ou *pró-Palestina*. Um bom exemplo da diferença entre um ponto de vista e uma opinião, no contexto dos trabalhos revisados e de acordo com a *survey* de Pang e Lee, é o seguinte: *'Matrix' é um filme excelente* (opinião sobre um objeto específico, mais pontual) e *a paz mundial dificilmente será alcançada* (ponto de vista sobre um tema). Apesar de ter sido proposto formalmente apenas em 2008, uma conferência importante para a área de Mineração de Opinião, a *AAAI Conference*¹, lançou, na edição de 2010, uma seção específica para trabalhos nesta direção: *Sentiment and Perspective*². Isso indica que o subproblema deve se fortalecer como área de pesquisa nos próximos anos.

A *survey* de Pang e Lee, uma das principais referências para este projeto, elenca três trabalhos que fazem classificação por ponto de vista, na seção em que discute o tema. Todos eles foram publicados entre os anos de 2004 e 2006. Assim como nessa *survey*, esta monografia também explora trabalhos recentes: todos eles foram publicados entre 2006 e 2010. A metodologia aplicada na busca por trabalhos a serem revisados pode ser resumida nos seguintes passos:

1. Consideração dos três trabalhos indicados na *survey* de Pang e Lee;
2. Busca, no *Google Scholar*, por trabalhos citados nesses artigos;

¹Association for the Advancement of Artificial Intelligence Conference.

²O programa dessa conferência, que contém essa seção, pode ser conferido em www.aaai.org/Conferences/AAAI/2010/aaai10schedule.pdf

3. Busca, no *Google Scholar*, por trabalhos que citam os artigos coletados nos itens anteriores;
4. Busca, na *ACL Anthology*³ pelas palavras *perspective*, *viewpoint*, *politics*, *political*, *ideology* e *ideological*. Estas palavras foram escolhidas por (1) funcionarem como sinônimos nos artigos coletados anteriormente ou (2) pela relevância em suas temáticas;
5. Busca nos *sites* dos eventos *EMNLP*⁴, *NAACL*⁵, *AAAI*⁶ e *CoNLL*⁷, realizados entre 2000 e 2010, pelas mesmas palavras do item anterior. Esses eventos foram selecionados pela relevância na área de Mineração de Opinião.

Nem todos os trabalhos coletados, de acordo com essa metodologia, tinham necessariamente a ver com classificação por ponto de vista. Alguns, como a tese de Alice Oh, se propõem a modelar computacionalmente o conceito de perspectiva (OH, 2008); outros, como o artigo de Laver et al., se propõem a criar uma escala ideológica e comparar documentos de acordo com ela (LAVER; BENOIT; COLLEGE, 2003). Por este motivo, foi feita uma filtragem que resultou em onze trabalhos a serem revisados. Na seção 3.1, essa revisão é apresentada.

Uma parte significativa dos trabalhos apresentados na seção 3.1 classifica documentos explorando apenas suas diferentes contagens de palavras⁸. De todo modo, em alguns trabalhos, os autores propõem o emprego de outras características, mas não há sequer dois deles que as explorem da mesma forma. Neste sentido, no momento, o uso de contagens de palavras parece ser a escolha mais comum para classificação por ponto de vista. Diante da popularidade do uso de contagens de palavras na seção 3.1, foi julgado importante, em um capítulo que discute classificação por ponto de vista, dar um enfoque especial a elas. Neste sentido, a seção 3.2 discute a classificação baseada em contagens de palavras, analisando a relação entre seu desempenho e o emprego de palavras por diferentes perspectivas sobre um mesmo tema.

³A *Association of Computational Linguistics*, *ACL*, mantém o maior arquivo digital envolvendo trabalhos de Linguística Computacional, o que inclui Mineração de Opinião (<http://aclweb.org/anthology-new/>).

⁴*Empirical Methods in Natural Language Processing Conference*.

⁵*North American Chapter of the Association for Computational Linguistics Conference*.

⁶*Association for the Advancement of Artificial Intelligence Conference*.

⁷*Computational Natural Language Learning Conference*.

⁸É válido reforçar que, conforme apresentado no Capítulo 2, tem-se que, dado um documento, a contagem de uma palavra é o *número de vezes* que ela ocorre nele (MCCALLUM; NIGAM, 1998). Ainda nesse capítulo, as descrições dos SVMs e do Naïve Bayes evidenciam como esses classificadores podem explorar essas contagens.

3.1 TRABALHOS REVISADOS

Todos os trabalhos revisados nesta seção apresentam uma metodologia em comum: eles organizam um corpus de documentos, definem em que pontos de vista ele se divide, eventualmente pré-processam os documentos e, em seguida, classificam-nos utilizando alguma técnica - na maioria dos casos, SVMs ou Naïve Bayes. Independentemente da forma de classificação, tem-se que elas sempre se baseiam em características dos documentos para determinar suas classes. Quase todos os trabalhos revisados nessa seção exploram, como características, (1) contagens de palavras ou alguma variação delas. Boa parte deles não testa o uso de nenhuma outra característica e alguns trabalhos as comparam com outras, que normalmente são seu enfoque. Essas outras características são escolhidas de forma muito particular, variando de um trabalho para outro. Em vez de apenas considerarem ocorrências de palavras em textos, esses trabalhos exploram (2) suas relações sintáticas, suas propriedades semânticas e também valores associados às interações entre dois ou mais documentos.

Dado que essas últimas características variam bastante, e considerando também a popularidade das primeiras, decidiu-se dividir a revisão dos trabalhos nas seguintes subseções: a subseção 3.1.1 apresenta trabalhos que classificam documentos baseando-se **exclusivamente** em (1) - ou seja, eles desconsideram *qualsquer* aspectos gramaticais dos documentos. A subseção 3.1.2 apresenta trabalhos que exploram (2) na classificação, exclusivamente ou em conjunto com (1). É importante informar que alguns trabalhos da segunda subseção, por questões comparativas, também classificam documentos exclusivamente de acordo com (1) - mas este não é o foco deles. Por fim, na subseção 3.1.3, é apresentada uma pequena análise comparativa envolvendo os trabalhos revisados nas subseções anteriores.

3.1.1 TRABALHOS QUE EXPLORAM CONTAGENS DE PALAVRAS OU VARIAÇÕES

O trabalho de **Lin et al.** classifica artigos do *site* Bitterlemons⁹ como pró-Palestina ou pró-Israel (LIN et al., 2006). Inicialmente, os documentos são representados como listas de palavras reduzidas a seus radicais. Isso significa, por exemplo, que as palavras *political* e *politics* são representadas através de um mesmo termo, o radical *politic*. Os classificadores Naïve Bayes e SVM são então aplicados, explorando as contagens desses radicais em cada documento. A taxa de acerto obtida com o SVM variou entre 81.48% e 97.24%; com o Naïve Bayes, ela variou entre 84.85% e 99.09%. Essas variações advêm de diferentes divisões entre os conjuntos

⁹<http://bitterlemons.org/>

de treinamento e teste. Por fim, o trabalho de Lin et al. propõe o classificador *Latent Sentence Perspective Model*, ou simplesmente LSPM. Ele consiste em uma variação do Naïve Bayes que, em vez de considerar documentos como listas de palavras, os representa como listas de sentenças. A hipótese assumida por ele é a seguinte: nem todas as sentenças carregam um ponto de vista, de modo que o classificador, antes de definir a classe de um documento, deve selecionar quais delas carregam palavras relevantes. A taxa de acerto obtida com o LSPM variou entre 86.99% e 94.93%, também como consequência de diferentes divisões entre os conjuntos de treinamento e teste. Para essas divisões, as taxas de acerto obtidas com o Naïve Bayes foram de 84.85% e 93.46%. O SVM não foi comparado diretamente com o LSPM. Apesar do desempenho superior ao do Naïve Bayes, nenhum outro trabalho revisado faz uso desse classificador.

Mullen e Malouf propõem dois trabalhos que analisam um conjunto de *posts* do fórum de discussão política Politics¹⁰. No **primeiro trabalho**, eles tratam cada documento como a união de todos os *posts* de um mesmo usuário (MULLEN; MALOUF, 2006). Cada documento é representado como uma lista de palavras, e um Naïve Bayes é aplicado considerando suas contagens em cada documento. A taxa de acerto obtida foi de 60.37%. O tamanho do *dataset* (apenas 185 documentos) e o uso parecido de palavras por ambas as ideologias foram apontados como alguns dos principais motivos para a obtenção desse resultado. Mullen e Malouf também sugerem que a presença de documentos menores, correspondentes a usuários do fórum que raramente postam, pode contribuir negativamente para o desempenho do Naïve Bayes. Uma última observação desse trabalho indica o que pode estar acontecendo: usuários liberais citam falas de usuários conservadores em 62.2% de seus *posts*; analogamente, conservadores citam liberais em 77.5% de seus *posts*. A presença das perspectivas liberal e conservadora em um mesmo documento, com uma correspondendo às intenções do usuário e outra sendo citada, pode homogeneizar o uso de palavras no corpus, comprometendo a viabilidade da classificação.

Essa forma de interação entre os participantes do fórum é explorada pelo **segundo trabalho de Mullen e Malouf** (MULLEN; MALOUF, 2008), com o intuito de melhorar a classificação. Para isto, cria-se um grafo de co-citação em que cada vértice representa um participante e cada citação de uma fala a outra é indicada por uma aresta entre seus autores. Os participantes são agrupados de acordo com seus padrões de citação e, em seguida, as falas de cada grupo obtido são tratadas como um único documento. Aplica-se um Naïve Bayes a esta nova coleção de documentos, também explorando apenas suas contagens de palavras, e os resultados obtidos são propagados para todos os participantes de cada grupo. Essa metodologia atinge resultados significativamente melhores do que aqueles obtidos no trabalho anterior: para participantes com mais de 500 palavras de fala no fórum, a taxa de acerto relatada é de 73%. É válido salientar que,

¹⁰<http://politics.com>

muito provavelmente, o sucesso dessa técnica é consequência do fato de que usuários alinhados ideologicamente não se citam muito. Se, além de citar seus oponentes, eles também se citassem bastante, os padrões de citação seriam sempre muito parecidos, inviabilizando os agrupamentos adequados no grafo.

O trabalho de **Durant e Smith** constrói um corpus sobre os posicionamentos do ex-Presidente George W. Bush quanto à Guerra do Iraque (DURANT; SMITH, 2006). O objetivo desse trabalho é classificar *posts* de diversos *blogs* políticos de acordo com os pontos de vista pró Guerra do Iraque e anti Guerra do Iraque. Os classificadores Naïve Bayes e SVM foram aplicados, considerando apenas a presença/ausência de palavras nos documentos (uma variação das contagens de palavras). A taxa de acerto obtida com um SVM foi de 75.47%. Com o Naïve Bayes, ela foi de 78.06%. Os autores, em seguida, investigam se a seleção de apenas parte das palavras pode melhorar a classificação. Eles aplicam uma técnica denominada *CfsSubsetEval*, disponível na ferramenta WEKA 3.4¹¹, que busca um subconjunto de palavras que maximize a taxa de acerto obtida. As palavras devem ter alta correlação com as classes escolhidas, mas baixa correlação entre si. Aplicando os classificadores SVM e Naïve Bayes, e considerando apenas os subconjuntos selecionados pela técnica, as taxas de acerto obtidas foram de 87.66% e 89.77%, respectivamente. É válido ressaltar que a técnica *CfsSubsetEval* pode trazer uma melhoria de desempenho significativa para *datasets* escritos em qualquer língua.

O trabalho de **Hirst, Riabinin e Graham** constrói dois *datasets*, um em inglês e outro em francês, que consistem de discursos de congressistas canadenses nas reuniões parlamentares (HIRST; RIABININ; GRAHAM, 2010). Além de classificar esses discursos como liberais ou conservadores, esse trabalho investiga se as classes correspondem de fato a ideologias diferentes ou, simplesmente, a expressões de ataque e defesa. Inicialmente, os autores analisam o 36º parlamento canadense, período em que um partido liberal estava com a maioria no poder. Excluindo apenas as palavras menos frequentes do corpus, e aplicando um SVM baseado apenas nas contagens de palavras dos documentos, as taxas de acerto obtidas foram de 83.8% e 75.5% para os corpora inglês e francês, respectivamente. Em seguida, os autores selecionaram o 39º Parlamento, período em que os partidos liberais eram oposição, para verificar o que de fato estava determinando a classificação. Treinando com documentos do 36º Parlamento e testando com aqueles do 39º, a classificação entre liberal e conservador é insatisfatória: as taxas de acerto foram de 44.9% e 45.7% para os corpora inglês e francês respectivamente. Treinando com o 39º e testando com o 36º, as taxas de acerto foram ainda piores: 36.8% e 35.2% para os corpora inglês e francês respectivamente. Diante disso, os autores concluem que as ideologias liberal e conservadora não são exploradas adequadamente pelos discursos. Se o fossem,

¹¹<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

e considerando que elas não mudaram significativamente de um parlamento para o outro, estes últimos experimentos apresentariam resultados melhores. Eles indicam que os discursos envolvem muitas expressões de ataque e defesa, que mudam de partido conforme eles se alternam no poder. Por este motivo, os conjuntos de treinamento e teste apresentam padrões de ataque e defesa invertidos, implicando no mau desempenho da classificação. Esse trabalho alerta, portanto, para a definição adequada de que perspectivas estão contidas no corpus. Neste caso, em vez de liberal e conservadora, seria mais adequado utilizar pró-governo e anti-governo, ou situação e oposição.

O trabalho de **Klebanov, Beigman e Diermeier** avalia o desempenho dos classificadores Naïve Bayes e SVM, utilizando para isso algumas variações de contagens de palavras (KLEBANOV; BEIGMAN; DIERMEIER, 2010). Para o Naïve Bayes, os autores comparam a escolha entre (1) presença/ausência de palavras e (2) contagens de palavras. Para o SVM, as comparações envolvem a escolha entre (1), (3) suas contagens normalizadas em relação ao documento (frequências) e (4) suas frequências ponderadas em relação aos outros documentos do corpus. Os autores selecionaram quatro *datasets* para comparar essas escolhas: o primeiro envolve debates sobre o aborto, dividido entre pró-escolha e pró-vida; o segundo consiste em artigos sobre a pena de morte, dividido entre pró pena de morte e anti pena de morte; o terceiro é composto de artigos sobre o conflito Israel-Palestina, escritos por convidados do *site* Bitterlemons e estudados por Lin et al. (LIN et al., 2006); o quarto também é composto de documentos desse *site*, cada um escrito por um especialista diferente. Esses dois últimos, assim como no trabalho de Lin et al., são divididos entre pró-Palestina e pró-Israel. No caso do Naïve Bayes, o uso de (1) se mostrou melhor em alguns *datasets* e o de (2), em outros. Quanto ao SVM, a escolha por (1) se mostrou superior ou equivalente às outras em todos os casos. Esse trabalho, assim como o de Durant e Smith (DURANT; SMITH, 2006), também investiga o uso de um subconjunto de palavras. Com o apoio do *toolkit* WEKA, os autores selecionam subconjuntos pequenos, contendo entre 100 e 500 palavras, e indicam que a classificação dos *datasets*, nestes casos, conserva seu desempenho. As taxas de acerto não aumentam, como no trabalho de Durant e Smith, mas também não diminuem.

3.1.2 TRABALHOS QUE EXPLORAM OUTRAS CARACTERÍSTICAS DOS DOCUMENTOS

O trabalho de **Jiang e Argamon** constrói um corpus de documentos extraídos de *blogs* sobre política escritos em inglês (JIANG; ARGAMON, 2008). Cada *blog* é associado ao ponto de vista liberal ou conservador, divisão explorada na classificação. Os documentos que consti-

tuem o corpus são apenas as páginas iniciais de cada um deles. Inicialmente, Jiang e Argamon aplicam um SVM às páginas, considerando apenas a presença/ausência de palavras nos documentos. A taxa de acerto obtida foi de 81.92% e, considerando ambas as classes, tem-se que a precisão média foi de 81.76%, a chamada média foi de 81.93% e a métrica F1 média foi de 81.79%. Em seguida, as páginas foram reduzidas a suas sentenças subjetivas, através de uma seleção baseada no dicionário semântico *General Inquirer*¹². Para uma sentença ser escolhida, ela deveria conter pelo menos duas palavras categorizadas, segundo o dicionário, como pertencentes às categorias *Dor*, *Hostilidade*, *Prazer* ou *Virtude*, dentre outras. A taxa de acerto, neste cenário, subiu para 83.28%. As precisão, chamada e métrica F1 médias foram de, respectivamente, 83.26%, 83.38% e 83.24%. Esse trabalho, por fim, busca extrair as expressões opinativas que mais se relacionam aos pontos de vista liberal e conservador, baseando-se nas sentenças subjetivas e em consultas ao dicionário *General Inquirer*. O SVM é aplicado considerando a presença/ausência de palavras e, adicionalmente, a presença/ausência das expressões opinativas separadas para cada lado. A taxa de acerto neste cenário foi de 84.96%. As precisão, chamada e métrica F1 médias foram de, respectivamente, 83.24%, 83.48% e 83.27%. As melhorias em relação ao uso exclusivo de ausência/presença de palavras, portanto, são pequenas. Além disso, essas metodologias não são facilmente adaptáveis a línguas que não dispõem de dicionários como o *General Inquirer online*.

O trabalho de **Greene e Resnik** enfoca no estudo de um corpus sobre a pena de morte (GREENE; RESNIK, 2009). Esse corpus é posteriormente analisado no trabalho de Klebanov, Beigman e Diermeier (KLEBANOV; BEIGMAN; DIERMEIER, 2010), apresentado na seção anterior. O objetivo do trabalho é classificá-lo de acordo com os pontos de vista pró pena de morte e anti pena de morte, e a metodologia desenvolvida baseia-se na hipótese de que existe uma conexão entre a estrutura *sintática* de uma sentença e seu ponto de vista. Neste sentido, os autores selecionam um conjunto de verbos relevantes no corpus, como *kill* e *murder*, e criam representações para todos os termos que se relacionam sintaticamente com eles. Essas representações consistem em tuplas que associam os termos a papéis sintáticos, como *sujeito*, *objeto direto*, *verbo transitivo*, dentre outros. Na tupla, ou o termo corresponde sintaticamente ao papel associado ou se subordina a algum termo que possui esse papel. Dada a frase *Aline matou uma mosca*, por exemplo, o método primeiro gera as relações de dependência (*Aline*, *matou*) e (*matou*, *uma mosca*) para, em seguida, destrinchá-las nas tuplas (*Aline*, *sujeito*), (*sujeito*, *matou*), (*matou*, *verbo transitivo*), (*verbo transitivo*, *uma mosca*) e (*uma mosca*, *objeto direto*). A determinação dessas tuplas foi feita com o apoio do programa *Stanford Parser*¹³, adaptado

¹²<http://www.wjh.harvard.edu/inquirer/>

¹³<http://nlp.stanford.edu/software/lex-parser.shtml>

à língua inglesa. Greene e Resnik então aplicam um SVM nos documentos reduzidos a essas representações. Conforme apresentado no Capítulo 2, o SVM representa o documento numericamente, como um vetor em um espaço multi-dimensional. Embora os autores não indiquem, os valores numéricos provavelmente correspondem às contagens dessas tuplas nos documentos, ou a algo similar. As taxas de acerto obtidas por Greene e Resnik foram de 82.09% e 88.10%, a depender da escolha de verbos. Para comparar sua metodologia, os autores aplicam o SVM a documentos representados como sequências de duas palavras (bigramas), todas reduzidas a seus radicais. Nesse caso, o SVM provavelmente explora as contagens desses bigramas nos documentos, ou algo similar, e obtém taxas de acerto de 68.37% e 71.96%, também a depender da escolha dos verbos. O uso das tuplas, portanto, trouxe uma melhoria muito significativa para a classificação desse corpus, ainda que esteja intimamente relacionada a uma língua específica.

O trabalho de **Efron** constrói dois *datasets*: um envolvendo artigos sobre a política dos Estados Unidos e outro composto de textos sobre artistas musicais (EFRON, 2004). O primeiro corpus é classificado de acordo com os pontos de vista direita e esquerda e o segundo, de acordo com as orientações pró-alternativa ou pró-popular. Inicialmente, Efron classifica os dois corpora com um Naïve Bayes e um SVM. O autor não especifica se são utilizadas contagens de palavras ou alguma outra característica, mas afirma que os dois métodos *se baseiam em palavras*. Com o Naïve Bayes, as taxas de acerto obtidas nestes corpora foram de, respectivamente, 64.71% e 50.1%. Para o primeiro corpus, a taxa de acerto obtida com um SVM foi de 72.96%; quanto ao segundo, não foram realizados experimentos com o SVM por carência de recursos computacionais. A fim de melhorar as taxas de acerto, Efron desenvolve uma classificação baseada em citações que não envolve contagens de palavras nem citações de um documento a outro, mas sim suas semelhanças temáticas. Na prática, Efron determina o posicionamento de cada documento de acordo com a probabilidade deles serem co-citados com documentos fixados como referência para cada ponto de vista. Essa probabilidade é estimada a partir dos números de documentos retornados pelo buscador AltaVista¹⁴ quando dois documentos são buscados, indicando co-citação entre eles. Essa metodologia de classificação, aplicada ao primeiro *dataset*, resultou em uma taxa de acerto de 94.1%. Quanto ao segundo, as taxas de acerto obtidas foram de 82.18% e 88.84%. No primeiro caso, todos os documentos foram considerados; no segundo, os menos co-citados foram descartados. Apesar de simples e aparentemente eficiente, essa metodologia apresenta uma séria limitação: se o corpus for composto de documentos pouco citados na Web, as classes podem ser estimadas erroneamente com uma alta frequência, não trazendo nenhuma melhoria significativa à classificação.

O trabalho de **Thomas, Pang e Lee** se propõe a determinar os pontos de vista de con-

¹⁴<http://altavista.com/>

gressistas dos Estados Unidos quanto a novas leis (THOMAS; PANG; LEE, 2006). O corpus é dividido entre os posicionamentos suporte e oposição em relação a novas leis, e cada documento corresponde, a princípio, a uma fala de um congressista. Inicialmente, cada texto é classificado de forma isolada, através da aplicação de um SVM que considera a presença/ausência de palavras em cada um deles. As taxas de acerto obtidas foram de 66.05% e 70.04%, a depender do subconjunto de documentos classificado. Tratando cada documento como a concatenação de todas as falas de um mesmo congressista, as taxas obtidas com o SVM, considerando as mesmas características, foram de 70.00% e 71.60%. A fim de melhorar essas taxas de acerto, os autores comparam trechos de documentos e determinam valores positivos que representam o quanto eles concordam. Quando esses valores são menores do que um determinado θ fixado, considera-se que não há indícios suficientes de que os documentos concordam; eles são, então, reduzidos a zero. Adicionalmente, os autores aproveitam os experimentos com o SVM para determinar o grau de preferência para classificar cada documento como suporte ou oposição. A classe escolhida para cada um deles, no novo esquema, deve ser aquela que favorece o seguinte cenário: (1) ela não deve, idealmente, ser a rejeitada pelo SVM e (2) documentos que concordam muito não devem ser associados a classes diferentes. As taxas de acerto obtidas, considerando cada documento como uma fala, variaram entre 70.81% e 89.11%, a depender do subconjunto classificado e do valor de θ . Considerando cada documento como a concatenação de todas as falas de um mesmo congressista, as taxas de acerto obtidas variaram entre 71.28% e 88.72%, também a depender do subconjunto classificado e do valor de θ . A determinação errônea de concordâncias entre documentos pode prejudicar significativamente a classificação. Além disso, de acordo com os próprios autores, a adoção dessa metodologia só traz benefícios quando há artigos difíceis de classificar individualmente.

O trabalho de **Bansal, Cardie e Lee** propõe uma extensão ao trabalho de Thomas, Pang e Lee (THOMAS; PANG; LEE, 2006), considerando também a *discordância* entre documentos (BANSAL; CARDIE; LEE, 2008). A hipótese assumida em ambos os trabalhos é a mesma: se é difícil determinar a classe de um documento x , mas sabe-se que ele concorda *ou discorda* de um documento y , fácil de classificar, a determinação da classe de x também se torna mais fácil. O trabalho apresenta algumas estratégias para determinação dos valores de discordância e, em seguida, compara seus usos com a metodologia proposta por Thomas, Pang e Lee. Bansal, Cardie e Lee também lidam com valores negativos, associados à discordância. Na prática, é preciso mapear esses valores negativos em positivos, pois eles dificultam o problema de otimização envolvido na determinação das classes dos documentos. Esses mapeamentos são justamente o que diferencia uma estratégia de outra. Utilizando o mesmo *dataset* analisado por Thomas, Pang e Lee, os autores deste trabalho obtêm resultados superiores ou equivalentes àqueles que conside-

ram apenas a concordância entre documentos, para a maioria das estratégias testadas. As taxas de acerto, entretanto, não são informadas explicitamente neste trabalho, sendo representadas através de um gráfico comparativo.

3.1.3 ANÁLISE COMPARATIVA

Os trabalhos revisados nesta seção propõem, em quase todos os casos, *datasets* relacionados com questões políticas. Neste sentido, o trabalho de **Efron**, revisado na subseção 3.1.2, destaca-se por também abordar pontos de vista sobre música (pró-alternativa e pró-popular) (EFRON, 2004). De fato, não é simples definir o que é um ponto de vista ou perspectiva, mas, considerando-se a discussão proposta na *survey* de Pang e Lee (PANG; LEE, 2008), essas terminologias não abrangem apenas temáticas políticas - mesmo que seja mais fácil visualizá-las nesses contextos. Adicionalmente, Alice Oh, em seu trabalho sobre modelagem de perspectiva, aborda uma temática esportiva (jogos de *baseball*) (OH, 2008). Embora ela não lide com classificação, seu estudo envolve as perspectivas sobre os jogos, evidenciando que é possível explorar temáticas não-políticas. Seria interessante, portanto, ampliar os estudos de classificação por ponto de vista para outros domínios sócio-culturais. Por fim, é importante escolher esses pontos de vista com certo cuidado, de modo que elas correspondam efetivamente ao conteúdo do corpus. Neste sentido, o trabalho de **Hirst, Riabinin e Graham**, apresentado na subseção 3.1.1, apresenta uma boa discussão (HIRST; RIABININ; GRAHAM, 2010).

Quanto à definição dos pontos de vista, todos os trabalhos revisados dividiram seus corpora em dois deles, associando cada um a uma classe. No que diz respeito ao pré-processamento dos documentos, destaca-se o segundo trabalho de **Mullen e Malouf**, apresentado na subseção 3.1.1 (MULLEN; MALOUF, 2008). Apesar da classificação em si ser simples, baseando-se apenas em contagens de palavras, a geração dos documentos envolve a formulação de um grafo e a análise de padrões de citação semelhantes.

No que diz respeito aos classificadores, foi observado que não há consenso quanto à escolha pelo Naïve Bayes ou por um SVM, principais técnicas abordadas. Aparentemente, o desempenho de ambos não difere muito; o que realmente apresenta um impacto na classificação é a escolha das características dos documentos, exploradas por algum dos classificadores. De todo modo, **Lin et al.** destaca, em seu trabalho revisado na subseção 3.1.1, o desenvolvimento de um novo classificador, o LSPM (LIN et al., 2006). Esse classificador apresenta um desempenho apenas um pouco superior ao do Naïve Bayes, além de não ter sido explorado por nenhum outro trabalho pesquisado. Por outro lado, os trabalhos de Efron, **Thomas, Pang e Lee** e **Bansal, Cardie e Lee** apresentam metodologias de classificação completamente diferentes

do Naïve Bayes e dos SVMs, e obtêm melhorias significativas em seus resultados (EFRON, 2004) (THOMAS; PANG; LEE, 2006) (BANSAL; CARDIE; LEE, 2008). Essas metodologias, entretanto, exploram valores associados às interações entre documentos: quando elas não são significativas, essas metodologias podem não ser úteis.

Os trabalhos revisados exploram características diferentes dos documentos e, até quando exploram as mesmas, podem escolher apenas um subconjunto delas ou investir no pré-processamento dos documentos. Tudo isso contribui para a riqueza metodológica desses trabalhos, de modo que ainda não há consenso sobre qual é a melhor forma de classificar documentos de acordo com seus pontos de vista. Aparentemente, a resposta para essa questão depende do cenário. Em alguns casos, a simples aplicação de um Naïve Bayes ou de um SVM, explorando-se apenas contagens de palavras ou alguma variação, já conduz a bons resultados. É o caso dos trabalhos de Lin et al., Hirst, Riabinin e Graham e **Klebanov, Beigman e Diermeier**, revisados na subseção 3.1.1, e de **Jiang e Argamon**, revisado na subseção 3.1.2 (LIN et al., 2006) (HIRST; RIABININ; GRAHAM, 2010) (KLEBANOV; BEIGMAN; DIERMEIER, 2010) (JIANG; ARGAMON, 2008). Em outros casos, é possível melhorar o desempenho utilizando-se *ainda* apenas contagens de palavras. Nestes casos, a estratégia envolve mudar o pré-processamento dos documentos, como no segundo trabalho de Mullen e Malouf, ou escolher um subconjunto ótimo de palavras, como no trabalho de **Durant e Smith** (MULLEN; MALOUF, 2008) (DURANT; SMITH, 2006).

Quando essas mudanças não são suficientes, sugere-se a investigação do uso de outras características, como indicam os trabalhos de **Greene e Resnik**, Efron e Thomas, Pang e Lee, revisados na subseção 3.1.2 (GREENE; RESNIK, 2009) (EFRON, 2004) (THOMAS; PANG; LEE, 2006). O uso de outras características pode envolver a aplicação de *softwares* de apoio ou consultas a dicionários semânticos, de modo que é melhor verificar antes se um Naïve Bayes ou SVM, baseado na simples contagem de palavras, já não resolve o problema. Além disso, a exploração de outras características nem sempre é facilmente adaptável a qualquer língua, como evidenciam os trabalhos de Greene e Resnik (GREENE; RESNIK, 2009) e Jiang e Argamon (JIANG; ARGAMON, 2008), e nem sempre apresentam uma melhoria significativa em relação a metodologias mais simples, como nesse último caso.

3.2 DISCUSSÃO SOBRE O USO DE PALAVRAS E A CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM SUAS CONTAGENS

Boa parte dos trabalhos revisados na seção anterior classifica documentos explorando suas diferentes contagens de palavras. Eles se baseiam, ainda que não intencionalmente, na hipótese de que indivíduos com posicionamentos diferentes se expressam de formas distintas, dando ênfase a palavras diferentes. Essa hipótese, é importante frisar, encontra respaldo na área de Linguística (TEUBERT, 2001). Embora os aspectos gramaticais dos documentos, ou suas interações com outros, também possam colaborar na identificação de pontos de vista diferentes, muitas vezes já é possível obter bons resultados considerando-se apenas a forma como as palavras ocorrem nos documentos. Este foi o caso de uma parte significativa dos trabalhos revisados na seção anterior. Além disso, não houve sequer dois trabalhos, na seção anterior, que tenham explorado outros aspectos dos documentos da mesma forma, o que reforça a ideia de que o uso de contagens de palavras - ou variações, como a ausência/presença de palavras¹⁵ - é, atualmente, a escolha mais natural para classificação por ponto de vista.

Diante desses pontos, essa seção se propõe a ampliar a compreensão sobre classificações baseadas em contagens de palavras. A ideia é aprofundar o entendimento sobre o desempenho obtido nesse tipo de classificação, observando a forma como documentos, escritos sob pontos de vista diferentes, empregam palavras. Parte-se da seguinte evidência: se um classificador utiliza *apenas* as contagens de palavras dos documentos para identificar seus pontos de vista, sua taxa de acerto é tão mais baixa quanto menos essas contagens mudam de um ponto de vista para outro. Apesar dessa relação ser clara, não se conhece nenhum método para *quantificá-la*. O objetivo dessa seção, portanto, é *ilustrá-la* através de alguns experimentos. Neste sentido, é feita uma comparação entre o uso de palavras em dois *datasets*, classificados com um Naïve Bayes que explora apenas suas contagens. Para a análise do uso das palavras, será utilizado o modelo de tópicos L-LDA¹⁶.

A escolha pelo Naïve Bayes, em vez de um SVM, advém da ideia de que, na seção anterior, ambos os classificadores apresentam desempenho semelhante. Em alguns casos, o primeiro funciona melhor do que o segundo; em outros, tem-se a situação contrária. Para os propósitos dessa seção, não houve necessidade de comparar o desempenho dos dois classificadores. Um ponto que reforça a escolha pelo Naïve Bayes é o trabalho de Ng e Jordan, que indica o uso desse classificador quando os *datasets* analisados são pequenos (NG; JORDAN, 2002). Este é

¹⁵Conforme apresentado no Capítulo 2, dado um documento, a ausência/presença de uma palavra corresponde a um valor *booleano*, que indica se ela está ausente (0) ou presente (1) nele (MCCALLUM; NIGAM, 1998).

¹⁶O L-LDA é apresentado no Capítulo 2.

o caso de um dos corpora analisados.

O primeiro *dataset* estudado é composto de artigos sobre o conflito Israel-Palestina¹⁷, estudado pela primeira vez por Lin et al. em trabalho revisado na seção anterior (LIN et al., 2006). O segundo *dataset* estudado provém de outro trabalho: o artigo de Thomas, Pang e Lee sobre debates de congressistas dos Estados Unidos¹⁸, também apresentado na seção anterior (THOMAS; PANG; LEE, 2006). O primeiro *dataset* contém 594 artigos, divididos entre os posicionamentos pró-Israel (297) e pró-Palestina (297); o segundo, 8126 falas em debates, divididos entre os pontos de vista republicano (4044) e democrata (4046). Esse corpus também se divide entre os pontos de vista suporte e oposição em relação a novas leis, explorados por Thomas, Pang e Lee. Nessa seção, a primeira divisão é adotada por questões didáticas. Assume-se que o público desse trabalho está mais familiarizado com posicionamentos republicanos ou democratas, amplamente divulgados nas mídias, do que com aqueles da segunda divisão. Isso fará diferença na compreensão da análise de palavras proposta nessa seção.

Inicialmente, considerando-se essas divisões dos *datasets*, experimentos com o Naïve Bayes foram conduzidos. Não foi feito nenhum pré-processamento nos corpora, simplificando ainda mais a metodologia dessa classificação. Via validação cruzada de dez dobras, a taxa de acerto obtida para o primeiro corpus foi de 86.22%; para o segundo, de 54.01%. A investigação sobre como as palavras são empregadas nesses *datasets*, divididas por pontos de vista, amplia a compreensão sobre esses resultados.

Para a investigação sobre o uso de palavras, foi feita uma aplicação do modelo L-LDA. Cada documento de ambos os *datasets* foi associado a dois tópicos: um neutro, idêntico para todos eles, e outro referente a seu ponto de vista. No primeiro corpus, esses pontos de vista são pró-Israel ou pró-Palestina; no segundo, republicano ou democrata. Há portanto, em cada corpus, três tópicos diferentes. O uso de um tópico neutro, associado a todos os documentos, ajuda a filtrar palavras muito comuns nos *datasets*, independentemente de ponto de vista. Essa é a diferença fundamental entre essa aplicação do L-LDA e a simples contagem de palavras em documentos, dividida entre os dois pontos de vista. Esse tipo de contagem não diferencia quais palavras são *mais destacadas* em documentos escritos sob uma certa perspectiva e quais são *muito utilizadas* por todos eles - informação que colabora para um maior entendimento das taxas de acerto supracitadas, obtidas com um Naïve Bayes. Para os propósitos dessa seção, não é necessário analisar o tópico neutro: ele apenas colabora no processo de evidenciar as palavras mais importantes, por ponto de vista. É válido ressaltar que, em alguns casos, essas palavras coincidem para os dois pontos de vista. Nestes casos, ambos dão muito destaque a elas.

¹⁷Esse corpus está disponível em <http://sites.google.com/site/weihaoLinatcmu/data>

¹⁸Esse corpus está disponível em <http://www.cs.cornell.edu/home/llee/data/convote.html>

As dez palavras mais frequentemente associadas a cada ponto de vista, retirando-se artigos, conjunções, preposições, advérbios e pronomes pessoais, estão listadas nas Tabelas 3.1 e 3.2. Apesar de pequenas, essas listagens sugerem interpretações sobre como as palavras de cada corpus são exploradas por seus diferentes pontos de vista. Essas interpretações, essencialmente subjetivas, ajudam a entender o comportamento do classificador Naïve Bayes aplicado aos dois *datasets*.

Tópico	Palavras
Pró-Israel	sharon, palestinian, arafat, peace, israeli, prime, bush, minister, american, process
Pró-Palestina	palestinian, israeli, sharon, peace, occupation, international, political, united, people, violence

Tabela 3.1: As dez palavras mais frequentemente associadas aos tópicos pró-Israel e pró-Palestina, de acordo com um L-LDA.

Considerando o primeiro corpus, as palavras associadas aos pontos de vista pró-Israel e pró-Palestina remetem de imediato ao conflito travado entre essas duas nações. Parte delas, como *palestinian* e *israeli*, são bastante mencionadas por ambos os pontos de vista, ainda que com propósitos diferentes:

*"The recent **Israeli** government decision to begin building extensive walls around **Palestinian** is just one more example of how **Israeli** Prime Minister Ariel Sharon is unable to deal with **Israeli** problems save through his narrow security vision."*

Retirado de "Peace in peaces", de Ghassan Khatib (pró-Palestina) - 10/06/2002

*"The first conclusion that the Israeli political and security establishment should learn and internalize after 18 months of **Palestinian** Intifada, concerns the intensity of **Palestinian** blind terrorism and guerilla warfare against the State of Israel."*

Retirado de "The lessons Israel should learn", de Meir Pa'il (pró-Israel) - 29/04/2002

Outras palavras, como *bush* e *occupation*, foram mais enfatizadas, respectivamente, pelos pontos de vista pró-Israel e pró-Palestina, constando em apenas uma listagem. Os trechos abaixo evidenciam a importância, no período em que os documentos desse corpus foram escritos (2001 - 2005), do Governo Bush para Israel e da criação de um Estado para a nação palestina:

*"**Bush** and his advisers, who have been critical of Clinton's deep involvement in a failed peace process ever since taking office, nevertheless understood at the time*

that peace in the Middle East should be beyond politics in America, and that the US could not permit itself to turn its back on an Israeli leader who was determined to make peace."

Retirado de "Barak was willing, and so were US Jews", de Yossi Alpher (pró-Israel) - 15/07/2002

*"But just as we were close to a complete package that would have ended the **occupation** and established a Palestinian state, Barak permitted Ariel Sharon's provocative visit to Al Aqsa mosque, and launched his "revenge" on Palestinians."*

Retirado de "Guarding our legitimacy", de Samir Abdullah (pró-Palestina) - 14/10/2002

Tópico	Palavras
Democrata	bill, security, legislation, states, chairman, country, act, billion, million, law
Republicano	act, chairman, security, states, bill, legislation, 11, support, 9, system

Tabela 3.2: As dez palavras mais frequentemente associadas aos tópicos republicano e democrata, de acordo com um L-LDA.

Considerando o segundo corpus, tem-se que parte das palavras associadas aos pontos de vista republicano e democrata, como *bill*, *legislation*, *states* e *act*, tem mais a ver com o processo legislativo em si do que com algum deles. Isso sugere que os debatentes não focam seus discursos na defesa de ideias republicanas ou democratas. Além disso, algumas dessas palavras são, muitas vezes, empregadas com conotações semelhantes por democratas e republicanos. Um exemplo é a palavra *security*, como pode ser observado nos trechos abaixo

*"Mr. speaker, I wholeheartedly agree that if we want to cut down on illegal immigration, we must improve border **security**. Just 2 weeks ago, an astute crane operator at the port of Los Angeles discovered 32 Chinese stowaways in a container that had just been unloaded from a Panamanian freighter."*

Retirado de discurso de Jane Harman, democrata - 09/02/2005

*"The fence remains incomplete and is an opportunity for aliens to cross the border illegally. This incomplete fence allows border **security** gaps to remain open. We must close these gaps because they remain a threat to our national **security**."*

Retirado de discurso de John Boozman, republicano - 02/10/2005

Duas palavras listadas apenas para o ponto de vista republicano, *11* e *9*, podem sugerir um maior enfoque no episódio 11 de Setembro e seus desdobramentos. A palavra *billion*, listada apenas para o ponto de vista democrata, é muitas vezes utilizada para discutir gastos públicos, o que pode indicar um destaque maior para esse assunto

We know that all but one of the 9/11 hijackers acquired some type of U.S. identification documents. In fact, the 19 hijackers had 63 driver 's licenses among them.

Retirado de discurso de John Sullivan, republicano - 09/02/2005

*The Pomeroy bill would cost the treasury \$72 **billion** over 10 years, compared with the \$290 **billion** price tag of a full repeal through 2015, according to the joint committee on taxation.*

Retirado de discurso de Earl Pomeroy, democrata - 12/04/2005

O uso de palavras que pouco têm a ver com os pontos de vista republicano e democrata, como *bill* e *legislation*, reforça a ideia, apresentada por **Hirst, Riabinin e Graham** em trabalho revisado na seção anterior (HIRST; RIABININ; GRAHAM, 2010), de que a divisão entre os pontos de vista republicano e democrata não é muito adequada para este corpus. De todo modo, uma divisão inadequada não necessariamente implica em mau desempenho: em uma classificação, esses autores obtiveram, utilizando uma divisão inadequada de corpus, uma taxa de acerto de 83.8% (HIRST; RIABININ; GRAHAM, 2010). É válido ressaltar que eles utilizam *apenas* contagens de palavras e exploram um *dataset* muito semelhante a este: debates entre congressistas do Canadá.

As Tabelas 3.1 e 3.2 sugerem que os republicanos e democratas estudados no segundo corpus se expressam de forma mais parecida do que os autores do primeiro corpus. Este é o ponto que, de fato, pode contribuir negativamente para a classificação. Talvez isso advenha do fato de que seus discursos fazem parte de debates, o que pode concentrar as discussões em torno de um conjunto muito específico de termos. No primeiro corpus, os autores não escreveram seus artigos como resposta direta a outros, o que pode colaborar para que eles se expressem de forma mais autêntica e veemente, focando seus textos na apresentação de seus pontos de vista. A aplicação do L-LDA, associando cada tópico a um ponto de vista diferente, se mostrou válida, evidenciando uma certa homogeneização no uso de palavras no segundo corpus, quando comparado com o primeiro.

As palavras das Tabelas 3.1 e 3.2 foram representadas graficamente com o apoio do *software*

wordle¹⁹. Apesar de se associarem aos tópicos com frequências distintas, o *software* não foi sensível o suficiente para capturar essas diferenças. Por este motivo, essas imagens não constam nessa monografia.

É válido ressaltar que, a depender do *dataset*, outras questões podem colaborar para um mau desempenho na classificação. Um conjunto de documentos com poucos exemplares, ou contendo poucas palavras, é um cenário onde a aplicação do Naïve Bayes pode não funcionar bem. Entretanto, esse não parece ser o caso dos corpora analisados nessa seção. De todo modo, quando não se obtém uma boa taxa de acerto com um classificador baseado em contagens de palavras, a investigação subjetiva de como cada ponto de vista faz uso delas pode ajudar na compreensão do fenômeno. Nesses casos, é preciso buscar características dos documentos que os diferenciem melhor.

¹⁹<http://wordle.net/>

4 **ESTUDO DE CASO: PONTOS DE VISTA SOBRE O GOVERNO BRASILEIRO**

Muitos dos trabalhos revisados neste projeto analisam documentos que tratam de política. Em particular, boa parte deles estuda textos relacionados a governos federais - quer sejam discussões entre os próprios governantes, como nos estudos de **Thomas, Pang e Lee** (THOMAS; PANG; LEE, 2006) ou **Hirst, Riabinin e Graham** (HIRST; RIABININ; GRAHAM, 2010), quer sejam artigos escritos por cidadãos ou especialistas, como nos artigos de **Mullen e Malouf**¹ (MULLEN; MALOUF, 2006) (MULLEN; MALOUF, 2008). Considerando essa tendência, e o fato de que 2010 é ano de eleições para presidente no Brasil, decidiu-se realizar um estudo de caso que aproveita a abundância de artigos, disponíveis na *Web*, sobre o governo Lula e da sucessão presidencial. A ideia é construir um corpus com alguns desses documentos e investigar seus pontos de vista automaticamente, classificando-os de acordo com eles e analisando, de forma subjetiva, as palavras por eles enfocadas. É válido ressaltar que não foi encontrado nenhum outro trabalho, em português, que classifique documentos de acordo com seus pontos de vista.

As próximas seções deste capítulo se estruturam da seguinte forma: na seção 4.1, a construção do corpus é apresentada - desde a seleção dos veículos até a definição dos pontos de vista explorados; na seção 4.2, experimentos com um classificador Naïve Bayes² são conduzidos para, assim como em outros trabalhos revisados neste projeto, se classificar artigos de acordo com seus pontos de vista; na seção 4.3, o modelo de tópicos L-LDA³ é aplicado ao corpus, evidenciando o uso de palavras por artigos com posicionamentos diferentes.

¹Todos os trabalhos mencionados nesta sentença foram revisados no Capítulo 3.

²Esse classificador é apresentado no Capítulo 2.

³Esse modelo é apresentado no Capítulo 2.

4.1 CONSTRUINDO UM CORPUS PARA ESTUDO

Os artigos escolhidos para este estudo foram extraídos de colunas, *blogs* e *sites* políticos mantidos por jornalistas de notoriedade nacional. A coleta de *posts* de *blogs* escritos por cidadãos comuns também foi cogitada - entretanto, como eles são pouco conhecidos, comentados e divulgados, essa opção exigiria um esforço de análise manual dos *posts* que foge ao escopo deste projeto. Além disso, uma vantagem em focar o estudo em material publicado por jornalistas conhecidos é poder correlacionar, posteriormente, os resultados obtidos a investigações sobre a formação de opinião na mídia brasileira *online* - tanto na alternativa quanto na tradicional.

A seleção dos veículos para este estudo de caso resultou do consenso entre a autora desta monografia e os jornalistas Lucas Cunha Almeida e Andrea Duarte Bessa⁴. O critério básico para as escolhas foi a defesa clara de um ponto de vista sobre o governo Lula e/ou a sucessão presidencial de 2010. Assim como em outros artigos revisados nesta monografia, que dividem os corpora analisados em dois lados antagônicos, assume-se que os artigos do *dataset* desse estudo de caso dividem-se entre pró-situação e pró-oposição. Neste sentido, há autores que apóiam candidatos de ambos os lados, muitas vezes criticando o governo Lula e suas personalidades. Os trechos de *posts* apresentados nessa seção reforçam a ideia de que essa divisão é adequada. O lado pró-situação é composto de artigos veiculados em:

1. **Luis Nassif Online**⁵ Este é o *blog* do jornalista Luis Nassif, premiado como Melhor Blog de Política pelo iBest 2008⁶. Nassif, que já trabalhou na TV Cultura e Rede Bandeirantes, mantém o *blog* há cinco anos, enfocando principalmente assuntos relativos à política brasileira. Artigos do *blog* são frequentemente citados, de forma positiva, em veículos de campanha pró-situação, como os *sites* Blog da Dilma⁷ e Os Amigos do Presidente Lula⁸. De fato, o Luis Nassif Online adota um posicionamento pró-situação, como comprovam os trechos a seguir:

"Desde o ano passado, estava claro [sic] a falta de competitividade de José Serra, seja por não ter feito um governo brilhante em São Paulo, por não representar o novo e por não conseguir desenvolver um discurso próprio."

Retirado de *"Em Minas, a mãe de todas as batalhas"* - 02/09/2010

⁴Lucas Cunha, atualmente, é repórter do jornal baiano A Tarde; Andrea Bessa é gerente de comunicações da empresa Cetrel.

⁵<http://www.advivo.com.br/luisnassif/>

⁶<http://idgnow.uol.com.br/internet/2008/05/21/ibest-2008-anuncia-vencedores/>

⁷<http://dilma13.blogspot.com/>

⁸<http://osamigosdopresidentelula.blogspot.com/>

"Na entrevista, Bonner se limitou a perguntar da dependência de Dilma em relação à Lula [...] A consequência foi Dilma rebatendo com facilidade cada bobagem dita, reforçando o discurso social, mas sem avançar em uma proposta sequer de programa, explicando a lógica das alianças políticas. E William Bonner interrompendo-a a toda hora, impedindo sequer uma resposta completa. Algo tão desastrado e mal educado que obrigou Fátima Bernardes, do alto de sua elegância, a calá-lo com um sinal, para que parasse de ser inconveniente."

Retirado de *"O dia em que William Bonner escorregou"* - 10/08/2010

Como o veículo possui muito conteúdo, foram considerados apenas os artigos da categoria "Eleições".

2. **Conversa Afiada**⁹ O *site* se define como um portal de jornalismo independente, contendo principalmente artigos produzidos por Paulo Henrique Amorim. O jornalista, que já trabalhou para as Redes Globo e Bandeirantes e para a revista Carta Capital, mantém o *site* desde 2006. Enfocando a política brasileira, o Conversa Afiada apóia, dentre outras iniciativas do governo federal, a candidatura da ex-ministra Dilma Rousseff¹⁰. Os trechos abaixo justificam a escolha do *site* como representante da mídia *online* pró-situação:

"O Governo Lula é um sucesso e a popularidade dele, recordista desde o primeiro dia de Governo. Promoveu a inclusão social, ampliou a classe média e assistiu os pobres. Fez uma política externa que não tirou o sapato para os Estados Unidos. A Dilma é a sua legítima sucessora: foi a CEO do Governo Lula. O Serra é um nada."

Retirado de *"A Dilma não é um tsunami. Dilma é o rio que segue para o mar"* - 27/08/2010

"Segundo a tevê DEMO-Tucana da Bahia, a afiliada da Globo, Jacques Wagner está na frente de Paulo Souto por 46% a 19%. Paulo Souto é o aliado de Serra na Bahia. A TV Bahia, também."

Retirado de *"Sumiram com o dinheiro do Serra. Serra é barrado em procissão"* - 07/08/2010

Também por possuir muito conteúdo, apenas os artigos pertencentes à categoria "Política" foram considerados.

⁹<http://www.conversaafiada.com.br/>

¹⁰<http://www.conversaafiada.com.br/brasil/2010/07/02/mino-explica-por-que-apoia-a-dilma-porque-ela-e-melhor-que-o-serra/>

3. **Escrevinhador**¹¹ O *blog*, mantido pelo *site* da revista Caros Amigos, é escrito pelo jornalista Rodrigo Vianna, que também é repórter da Rede Record. Ele está no ar desde 2008, enfocando acontecimentos da vida política do Brasil e do Mundo. No que diz respeito ao Brasil, o conteúdo do *blog* assume uma perspectiva pró-situação, como ilustram os trechos abaixo:

"Abandonado pelos aliados do DEM e do PSDB, em queda nas pesquisas, Serra refugia-se na mídia. O candidato do PSDB virou isso: porta-voz dos interesses da velha mídia. Faz sentido. É quem, em última instância, sustenta a candidatura."

Retirado de "Serra, porta-voz da velha mídia; é Zé ou Mané?" - 19/08/2010

"O programa da Dilma foi um show. [...] Foi um programa em que Lula não apareceu mais que Dilma, e nem sumiu – porque seria falso, ela é a candidata dele. Foi um programa em que Lula passou o bastão a Dilma. De forma eficiente, corajosa e, ao mesmo tempo, emocionante."

Retirado de "Dilma acerta a mão; Serra quer virar 'Zé'" - 18/08/2010

Como o *blog* também trata de outros assuntos, apenas as categorias "Plenos Poderes" e "Palavra Minha", mais direcionadas à política, foram consideradas para extração de artigos.

4. **Brasília, eu vi**¹² O *blog*, escrito pelo jornalista Leandro Fortes, que também trabalha para a revista Carta Capital, agrega alguns de seus artigos para a revista e outros textos sobre política. Estes artigos têm boa recepção em *sites* de campanha pró-situação, como o Blog da Dilma¹³. De fato, eles assumem uma perspectiva de defesa da situação, como justificam os trechos abaixo:

"Assim, enquanto a imprensa mundial se dedica a decodificar as engrenagens e circunstâncias que fizeram de Lula o mais importante líder mundial desse final de década, a imprensa brasileira se debate em como destituí-lo de toda glória, de reduzi-lo a um analfabeto funcional premiado pela sorte, a um manipulador de massas movido por programas de bolsas e incentivos [...]."

Retirado de "Não verás Lula nenhum" - 18/05/2010

¹¹<http://www.rodrigovianna.com.br/>

¹²<http://brasiliaeuvi.wordpress.com/>

¹³<http://dilma13.blogspot.com/2010/08/caso-lunus-verdade-dos-fatos.html>

"Ao acusar o presidente Luiz Inácio Lula da Silva de ter transformado o Brasil em uma "república sindicalista", José Serra optou por agregar a seu modelito eleitoral, definitivamente, o discurso udenista de origem, de forma literal, da maneira como foi concebido pelas elites brasileiras antes do golpe militar de 1964."

Retirado de *"Serra precisa de mais amigos"* - 15/07/2010

O lado pró-oposição, por sua vez, é composto de artigos veiculados em:

1. **Reinaldo Azevedo**¹⁴ O *blog*, escrito pelo jornalista homônimo, é mantido pela revista Veja. Autor da frase *"Tudo que é bom para o PT é ruim para o Brasil"* (AZEVEDO, 2008), Reinaldo Azevedo, que já foi editor da Folha de S. Paulo, alimenta seu *blog* com críticas ao governo atual, como evidenciam os trechos abaixo:

"O problema dos petistas é que eles são viciados no aulicismo, na cortesia. Ao conviver com pessoas que sempre têm um preço, ficam chocados e tomam como ofensa pessoal a descoberta de que nem todos se comportam com essa moral anã."

Retirado de *"Presidente do PT repete ladainha autoritária do programa 'Rubriquei, mas não traguei'". Ou: 'Ai que vontade de censurar a Veja!!!' Contenha a coceira, companheiro!* - 15/07/2010

"Cinco centrais sindicais assinaram um vergonhoso manifesto contra a candidatura do tucano José Serra à Presidência. Antes de mais nada, e a despeito da mentira essencial que está contida no texto — já falo a respeito —, cumpre destacar: trata-se de um manifesto ilegal, de mais um crime eleitoral escancarado."

Retirado de *"Acusado pelo 'Rubriquei, mas não traguei', PT mobiliza centrais sindicais. E elas assinam um documento ilegal e mentiroso."* - 12/07/2010

2. **Coluna do Augusto Nunes**¹⁵ A coluna, parte da revista Veja, é escrita pelo jornalista Augusto Nunes, que também apresenta o programa Roda Viva na TV Cultura. Seus artigos têm má recepção em alguns veículos que defendem o atual governo, como o Luis Nassif Online¹⁶ e o Blog da Dilma¹⁷, justamente por assumirem uma posição pró-oposição. Os trechos abaixo justificam esta perspectiva:

¹⁴<http://veja.abril.com.br/blog/reinaldo/>

¹⁵<http://veja.abril.com.br/blog/augusto-nunes/>

¹⁶<http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/serra-e-fhc-uma-relacao-delicada>

¹⁷<http://dilma13.blogspot.com/2010/01/mais-uma-do-tucano-augusto-nunes.html>

"Como todo sinal de alarme, o som de um neurônio em ebulição é perturbador, mas muito útil. Quem tem juízo entenderá que Dilma Rousseff não é uma candidata em campanha. É uma ameaça a caminho."

Retirado de *"O som perturbador do neurônio em ebulição"* - 20/07/2010

"O eleitor merece saber se Lula recebeu uma herança maldita e reconstruiu o país, como repete há pelo menos seis anos, ou se resolveu valer-se de mentiras e fantasias para desqualificar o legado do antecessor que acabou com a inflação, consolidou a democracia constitucional e fixou diretrizes econômicas que, em sua essência, vigoram até hoje."

Retirado de *"FHC aceita o convite para o duelo que Lula não pode recusar."* - 11/02/2010

Todos os artigos extraídos dessa coluna pertencem à categoria "Direto ao Ponto", por ela tratar especificamente da política brasileira atual.

3. **Coluna do Diogo Mainardi**¹⁸ A coluna, escrita desde 2002, é a mais lida da revista Veja segundo ela mesma, reunindo críticas à política e à economia brasileiras. O jornalista Diogo Mainardi se opõe aos governos petistas, tendo inclusive publicado, em 2007, o livro *Lula é Minha Anta* (MAINARDI, 2007), no qual agrupa diversos artigos escritos para sua coluna na Veja. Os trechos abaixo ilustram a posição de Mainardi como um grande crítico do governo do PT e de sua candidata Dilma Rousseff:

"Dilma Rousseff teve uma loja de produtos importados. O empreendimento durou menos de um ano e meio. Se Dilma Rousseff mostrar como presidente da República o mesmo talento que mostrou como empresária, o Brasil já pode ir fechando as portas."

Retirado de *"Dilma 1,99 Rousseff"* - 04/09/2010

"No futuro, quando alguém quiser relatar os fatos deste período, terá de recorrer necessariamente aos processos judiciais, que detalharam o modo lulista de se organizar, de se acumpliciar, de se infiltrar e de fazer negócios."

Retirado de *"A história em inquéritos"* - 20/03/2010

4. **Portal de Carlos Alberto Sardenberg**¹⁹ O portal contém artigos do jornalista para suas colunas nos jornais O Globo e O Estado de S. Paulo, além de outros textos de análise política e econômica. Além destas ocupações, Sardenberg também é comentarista da

¹⁸<http://veja.abril.com.br/blog/mainardi/>

¹⁹<http://www.sardenberg.com.br/site/index.php>

TV Globo e âncora da Rádio CBN, tecendo comentários sobre a economia mundial e brasileira. Os trechos abaixo transparecem seu posicionamento pró-oposição:

"O governo Lula não quer fazer concessões à iniciativa privada porque está num ímpeto estatizante, em ano eleitoral. Só que o Estado não tem os recursos para fazer nada de substancial. Fica por isso mesmo."

Retirado de "As tarefas de Lula" - 22/03/2010

"É verdade que o país está de novo em um bom momento. Mas não é verdadeira a conclusão que o 'lulismo' tira disso: que isso tudo só está acontecendo porque Lula é o presidente."

Retirado de "A salvação?" - 01/04/2010

É válido ressaltar que os autores dos artigos muitas vezes colocam trechos de notícias, ou mesmo textos críticos de outros autores, em seus escritos, colaborando para a riqueza da linguagem no corpus.

Outros veículos foram cogitados, como o Blog do Noblat²⁰, o *blog* de Miriam Leitão para o jornal O Globo²¹, a coluna de Cristiana Lôbo para o portal G1²² e o *blog* de Celso Ming para o jornal O Estado de S. Paulo²³. Os posicionamentos contidos nestes veículos, entretanto, não foram considerados claros o suficiente para os propósitos deste estudo.

Todos os artigos contidos nas colunas, *sites* e *blogs* selecionados foram publicados entre 01/01/2010 e 06/09/2010. O período fixado, por fazer parte de um ano eleitoral, encerra uma quantidade significativa de artigos pró-situação e pró-oposição. Por este motivo, e também para manter o escopo do estudo atrelado às eleições 2010, artigos de anos anteriores não foram coletados. A extração dos documentos foi feita de forma automatizada com *scripts* desenvolvidos nas linguagens de programação Python²⁴ e UNIX ShellScript²⁵. Todos eles estão disponíveis no repositório *online* de Aline Bessa²⁶. Como os jornalistas eventualmente publicam sobre política mundial ou outros assuntos, foi feita uma filtragem nos artigos, de modo a restarem apenas aqueles que contêm pelo menos uma das seguintes palavras-chave: "Lula", "FHC", "Dilma", "Serra", "Marina", "PT", "PV", "PSDB". Todos os documentos foram, por fim, anonimizados, para que os nomes de seus autores não interferissem nos estudos.

²⁰<http://oglobo.globo.com/pais/noblat/>

²¹oglobo.globo.com/economia/miriam/

²²<http://g1.globo.com/platb/cristianalobo/>

²³blogs.estadao.com.br/celso-ming/

²⁴<http://python.org/>

²⁵<http://www.gnu.org/software/bash/manual/bashref.html>

²⁶<http://github.com/alibezz>

Veículo	Coleta	Filtragem/Anonimização
Reinaldo Azevedo	2490	2377*
Augusto Nunes	579	450
Diogo Mainardi	40	32
Carlos Sardenberg	59	33
Conversa Afiada	375	337
Luis Nassif Online	994	525
Escrevinhador	222	179
Brasília, eu vi	34	24

Tabela 4.1: Quantidades de artigos disponíveis em cada etapa da construção do corpus. *Apenas 550, amostrados aleatoriamente, foram aproveitados.

Após filtragem e anonimização, restaram 1065 artigos pró-situação e 2747 pró-oposição. Para os estudos feitos com o corpus, envolvendo o classificador Naïve Bayes e o modelo de tópicos L-LDA, reduziu-se a quantidade de documentos pró-oposição para 1065, utilizando-se apenas 550 dos 2377 artigos extraídos do *blog* de Reinaldo Azevedo, amostrados aleatoriamente. Essa estratégia foi adotada porque o classificador se mostrou sensível a quantidades muito discrepantes de palavras por ponto de vista. Como o uso do L-LDA estende as análises feitas com o classificador, decidiu-se manter o corpus idêntico para ambos os estudos.

O número de artigos coletados em cada veículo varia bastante, como pode ser observado na Tabela 4.1. No corpus sobre o conflito Israel-Palestina, estudado por Lin et al. e analisado no Capítulo 3, este comportamento também foi observado. Os documentos desse *dataset* foram escritos por diversos autores, e alguns deles contribuíram com muito mais textos do que outros. Ainda assim, como pode ser verificado na revisão apresentada no Capítulo 3, os resultados obtidos são de alta qualidade (LIN et al., 2006). Isto reforça a ideia de que essa variação não interfere significativamente na qualidade dos experimentos feitos com o corpus deste estudo de caso.

4.2 CLASSIFICANDO DOCUMENTOS COM UM NAÏVE BAYES

O primeiro estudo conduzido com esse corpus consiste na classificação dos artigos de acordo com os pontos de vista pró-oposição e pró-situação. O classificador Naïve Bayes foi escolhido pelos mesmos motivos indicados no Capítulo 3, na seção 3.2. O classificador baseia-se apenas nas contagens de palavras dos documentos para definir suas classes. Os motivos para essa escolha foram: popularidade do uso nos trabalhos revisados no Capítulo 3, o que indica essa escolha como a mais natural; simplicidade de computação, dado que essa escolha envolve

apenas a soma das ocorrências de palavras; fácil adaptação a qualquer língua, em particular a portuguesa.

Essas escolhas se mostraram adequadas para o problema: a taxa de acerto obtida na classificação foi de 89.43%. Assim como em outros artigos revisados no Capítulo 3 (LIN et al., 2006) (MULLEN; MALOUF, 2006) (KLEBANOV; BEIGMAN; DIERMEIER, 2010), esse valor foi obtido via validação cruzada de dez dobras. A precisão, rechamada e métrica F1 associadas a cada classe (ponto de vista) constam na Tabela 4.2.

Classe	Precisão	Rechamada	Métrica F1
Pró-situação	91.60%	87.08%	89.18%
Pró-oposição	87.78%	91.79%	89.65%

Tabela 4.2: Métricas de desempenho associadas a cada classe.

A primeira coluna da Tabela 4.2 indica que o Naïve Bayes classificou menos documentos erroneamente como pró-situação do que como pró-oposição. Em outras palavras, a classificação como pró-situação foi mais **precisa**. A segunda coluna indica que, por outro lado, o Naïve Bayes classificou mais documentos pró-oposição corretamente. Neste sentido, a rechamada funciona como a taxa de acerto. Por fim, a terceira coluna indica que, ponderando as colunas anteriores via métrica F1, os resultados obtidos são praticamente idênticos. Isso significa, na prática, que o Naïve Bayes apresenta um desempenho bastante equilibrado considerando-se ambas as classes.

O bom desempenho obtido com o Naïve Bayes indica que o uso de metodologias mais complexas, envolvendo aspectos sintáticos dos documentos, por exemplo, não é necessário. Além disso, é válido ressaltar que a adoção de características sintáticas/semânticas, para a classificação de um corpus em português, não é tão simples como para um corpus em inglês. Isso advém da carência de *softwares* e dicionários semânticos para a língua portuguesa - em particular, a variação utilizada no Brasil. Esses *softwares* e dicionários colaboram com a determinação de diversos aspectos gramaticais/linguísticos dos textos, minimizando o esforço manual requerido quando eles não podem ser utilizados.

Os valores obtidos com o classificador Naïve Bayes são comparáveis àqueles obtidos por **Durant e Smith** em seu trabalho sobre George W. Bush e a Guerra do Iraque²⁷ (DURANT; SMITH, 2006): 89.77%. É válido ressaltar que, diferentemente da metodologia adotada por Durant e Smith, nenhuma palavra foi descartada no processamento dos textos para este estudo de caso.

Os artigos escolhidos para este corpus são compostos, muitas vezes, de textos de outros

²⁷Esse trabalho foi revisado no Capítulo 3.

autores. Isto reforça a ideia de que o classificador Naïve Bayes está efetivamente aprendendo os pontos de vista dos documentos, em vez de estilos de escrita. De todo modo, assim como no estudo de **Lin et al.** sobre o conflito Israel-Palestina²⁸ (LIN et al., 2006), foi conduzido um experimento em que os artigos pertencentes aos conjuntos de treinamento e teste são escritos por autores diferentes. Se o que está sendo aprendido são de fato os pontos de vista dos documentos, o desempenho do classificador não deve ser muito diferente do obtido na validação cruzada de dez dobras. Testando com artigos da coluna de Augusto Nunes e do *site* Conversa Afiada, e treinando com os demais, a taxa de acerto obtida foi de 92.79%, acompanhada de precisão média de 93.32% e métrica F1 média de 91.86%. Este experimento, portanto, ratifica os outros resultados, evidenciando que o classificador Naïve Bayes cumpre bem a tarefa de identificar os pontos de vista pró-oposição e pró-situação.

4.3 ILUSTRANDO O USO DE PALAVRAS POR PONTO DE VISTA

A análise das principais palavras enfocadas por cada ponto de vista amplia a compreensão dos resultados obtidos na seção anterior. O motivo para isso é que a classificação em si se baseia nesses usos de palavras, através de suas contagens. Neste sentido, portanto, assim como no Capítulo 3, o modelo generativo L-LDA foi aplicado ao corpus. Cada artigo foi associado a dois tópicos: um neutro, igual para todos eles, e um referente a seu ponto de vista (pró-oposição ou pró-situação). Há, portanto, três tópicos diferentes nesta aplicação. O uso desses tópicos evidencia quais palavras são mais enfocadas por cada ponto de vista.

A Tabela 4.3 elenca as dez palavras mais frequentemente associadas a cada ponto de vista. O tópico neutro não será analisado, tendo sido utilizado apenas para auxiliar na filtragem das palavras mais comuns do corpus. Em alguns casos, essas palavras coincidem nos dois pontos de vista. Isso significa que ambos deram muito destaque a elas.

Tópico	Palavras
Pró-situação	serra, dilma, lula, psdb, presidente, pt, candidato, folha, tucano, eleições
Pró-oposição	dilma, lula, presidente, brasil, rousseff, pt, gente, candidata, mundo, petista

Tabela 4.3: As dez palavras mais frequentemente associadas aos tópicos pró-situação e pró-oposição, em ordem e excluindo-se artigos, preposições, conjunções, advérbios e pronomes pessoais.

²⁸Esse trabalho foi revisado no Capítulo 3.

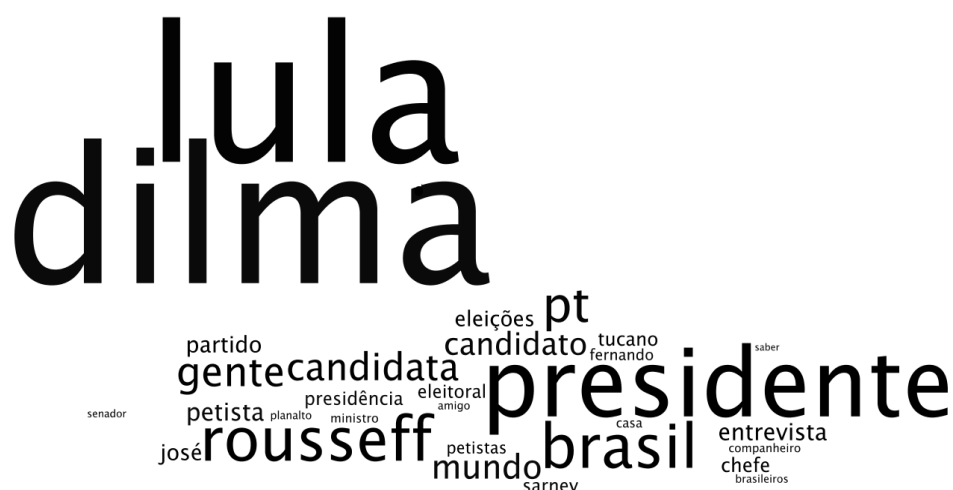


Figura 4.2: Representação gráfica para as dez palavras associadas ao tópico pró-oposição na Tabela 4.3.

Os pontos de vista desse corpus são construídos através de argumentações complexas, como indicam os trechos de artigos apresentados na seção 4.1. Para compreender melhor a relação que as palavras da Tabela 4.3 estabelecem com eles, recomenda-se, por fim, a leitura de um número razoável de passagens de texto que as contenham. Alguns trechos foram selecionados abaixo, em caráter ilustrativo:

*"O que parece estarrecedor para quem nunca ouviu **Dilma** antes - e tenho colegas jornalistas que nunca a viram discursando ou dando **entrevista** - é absolutamente familiar para os frequentadores desta coluna. Que há nove meses têm acesso a veementes indícios, há muito transformados em provas documentais, de que **Dilma** é uma afronta imposta ao **Brasil** por **Lula**, num [sic] crime lesa-pátria sem perdão."*

Retirado de "O som perturbador do neurônio em ebulição", da coluna de Augusto Nunes - 20/07/2010

*"Que o **tucano** **José Serra** se saiu muito melhor no **Jornal Nacional** e que a eleição é, sim, de continuidade — no sentido de que não cabe mais falar em ruptura. E fiz uma crítica ou outra ao governo **Lula**."*

Retirado de "A cabeça dos brasileiros... autoritários", do *blog* de Reinaldo Azevedo - 15/08/2010

*"A última bala na agulha do **Serra** é a baixaria. Só que, na era da internet, a baixaria — Lunus (para desconstruir Roseana Sarney) e aloprados do **PT** (para mandar as ambulâncias superfaturadas para o Inferno) — não tem o mesmo efeito*

do passado.É o caso dos alopados do tal dossiê que ele vai ter que explicar na Justiça."

Retirado de "Serra só tem uma saída: pendurar FHC no pescoço", do *site* Conversa Afiada - 07/06/2010

*"A entrevista de **Dilma** ao JN foi didática: **Dilma** conseguiu colar sua **candidatura** como continuidade das políticas do governo **Lula**. Ponto pra ela.Por outro lado, o casal número um do JN da **Globo** escorregou e mostrou claramente contra quem trabalham em 2010 e a favor de quem se esforçam para mudar tudo o que está aí."*

Retirado de "O povo não é (mais) bobo...", do *blog* Luis Nassif Online - 10/08/2010

5 CONCLUSÃO

Com a disseminação da Web, a elaboração e disseminação de textos carregados com um ponto de vista se popularizou. Não se tratam de documentos que trazem opiniões pontuais a respeito de um único objeto, como um filme ou um livro, mas sim a exposição de argumentos e ideias que, unidos, transmitem a defesa de uma posição a respeito de um certo tema. A leitura da *survey* de Pang e Lee e de alguns artigos, como o de Pang, Lee e Vaithyanathan sobre filmes no IMDb¹ ou o de Dave, Lawrence e Pennock sobre produtos vendidos na Amazon², sugere que a classificação por opiniões tem sido mais explorada em *datasets* que envolvem produtos ou serviços (PANG; LEE, 2008) (PANG; LEE; VAITHYANATHAN, 2002) (DAVE; LAWRENCE; PENNOCK, 2003). Os artigos revisados no Capítulo 3, por sua vez, indicam que a classificação por ponto de vista é mais aplicada a *datasets* que envolvem posicionamentos políticos e temáticas polêmicas, como pena de morte.

A revisão apresentada no Capítulo 3, além de indicar preferências temáticas na área, também aponta algumas predileções metodológicas. A maioria dos trabalhos classifica os documentos com um Naïve Bayes ou um SVM³. Em boa parte dos casos, essa classificação explora apenas as diferentes contagens de palavras nos documentos. Alguns outros artigos exploram propriedades sintáticas ou semânticas dos *datasets* analisados. Outros, por fim, consideram as interações entre os documentos na determinação de seus pontos de vista. A contagem de palavras, simples de ser computada em qualquer língua, foi a característica mais estudada pelos trabalhos revisados - ainda que não tenha recebido destaque em todos eles. Em boa parte dos casos, seu uso exclusivo já é suficiente para uma boa classificação. Em alguns outros, o uso de outras estratégias, mais complexas, foi fundamental para a melhoria na classificação. Diante disso, recomenda-se, inicialmente, para o problema de classificação por ponto de vista, o uso *exclusivo* de contagens de palavras. Se os resultados obtidos não forem satisfatórios, recomenda-se a escolha de um subconjunto ótimo de palavras, como indica o trabalho de Durant e Smith (DURANT; SMITH, 2006). Apenas se não houver melhorias significativas, recomenda-se o uso

¹<http://imdb.com/>

²<http://amazon.com/>

³Esses classificadores são apresentados no Capítulo 2.

de outras características, um pré-processamento de documentos mais refinado ou a investigação das interações entre os documentos. Essas recomendações, portanto, partem das ideias mais simples para as mais complexas, evitando esforços desnecessários.

Aproveitando as revisões e análises apresentadas no Capítulo 3, decidiu-se fazer um estudo de caso envolvendo um *dataset* brasileiro. Não foi encontrado nenhum outro trabalho que aplique as técnicas dessa sub-área de Mineração de Opinião a documentos escritos em português - em particular, envolvendo conteúdo brasileiro. Considerando que 2010 é ano de eleições presidenciais no Brasil, a abundância de artigos que carregam pontos de vista típicos da oposição e da situação foi explorada. Foi construído um corpus sobre o atual governo e as eleições, composto de material coletado em colunas, *sites* e *blogs* mantidos por jornalistas de notoriedade nacional. Em seguida, esse corpus foi dividido entre os pontos de vista pró-situação e pró-oposição, e foi classificado com um Naïve Bayes. As características dos documentos exploradas por esse classificador foram suas contagens de palavras. Os resultados obtidos com essa metodologia foram muito positivos: a taxa de acerto, em particular, foi de 89.43%. Isso significa que esses jornalistas consolidam suas perspectivas sobre a política brasileira já nas palavras que destacam. De fato, alguns trechos elencados no Capítulo 4, no qual o estudo é apresentado, sugerem que seus pontos de vista são defendidos com muita veemência.

Esse estudo de caso também investiga quais palavras receberam mais destaque por cada ponto de vista. A análise com um L-LDA⁴, associando cada ponto de vista a um tópico e um tópico neutro a todos os documentos, indica que os jornalistas pró-situação dão mais ênfase ao candidato de oposição José Serra do que os pró-oposição. Esses últimos, por sua vez, dão maior destaque ao presidente Lula e à sua candidata, Dilma Rousseff - ambos correspondem à situação. Isso sugere que os jornalistas enfatizam o ataque aos candidatos que se opõem, ideologicamente, aos pontos de vista que eles defendem. Isso reforça a ideia, empiricamente observável, de que a defesa de um posicionamento, muitas vezes, compreende o ataque a posicionamentos opostos, como sugerem Somasundaran e Wiebe em seu trabalho sobre debates *online* (SOMASUNDARAN; WIEBE, 2009).

5.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A classificação de documentos de acordo com seus pontos de vista sobre um tema é um problema relativamente novo. De fato, ele só foi estabelecido como sub-área da Mineração de Opinião em 2008, na *survey* de Pang e Lee. Por este motivo, para entender melhor o problema,

⁴O L-LDA é apresentado no Capítulo 2.

foi necessário buscar artigos em diversas conferências que envolviam a área de Mineração de Opinião. A filtragem de quais resultados realmente tinham a ver com o tema dessa monografia não foi exatamente difícil, mas envolveu um trabalho manual considerável. Para o estudo de caso, a extração, filtragem e padronização dos documentos que compõem o corpus também envolveu algum trabalho manual. Embora essas tarefas tenham sido realizadas de forma automatizada, a construção dos *scripts* dependia da compreensão de como o conteúdo estava disposto em cada veículo.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Futuramente, pretende-se estender o estudo de caso do Capítulo 4 a textos políticos escritos por cidadãos comuns em seus *blogs*, o que pode contribuir positivamente para a compreensão de como o brasileiro se posiciona politicamente na Web. Além disso, o estudo também deve ser ampliado para identificar os pontos de vista contidos nos comentários feitos aos artigos do corpus, em seus *blogs*, *sites* e colunas, a fim de se avaliar como eles refletem o posicionamento dos leitores em relação àquilo que leram. Este tipo de análise pode ajudar a compreender o impacto destes artigos em seus leitores e a formação de posicionamentos na mídia brasileira *online*. Caso essas tarefas de classificação não sejam bem resolvidas com o uso exclusivo de contagens de palavras, esforços direcionados na busca de características mais complexas, envolvendo aspectos sintáticos/semânticos dos documentos, devem ser feitos. É válido ressaltar que isso provavelmente implicaria no desenvolvimento de ferramentas gramaticais de apoio, voltadas para a língua portuguesa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, R. *O país dos petralhas*. [S.l.]: Record, 2008. ISBN 978-85-01-08232-9.
- BANSAL, M.; CARDIE, C.; LEE, L. The power of negative thinking: Exploiting label disagreement in the min-cut classification framework. In: *Proceedings of the International Conference on Computational Linguistics (Poster paper)*. [S.l.: s.n.], 2008.
- BISHOP, C. *Pattern Recognition and Machine Learning*. [S.l.]: Springer, 2006. ISBN 0387310738.
- BLEI, D.; NG, A. Y.; JORDAN, M. I. Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, v. 3, p. 993–1022, 2003.
- COMSCORE; KELSEYGROUP. *Online consumer-generated reviews have significant impact on offline purchase behavior*. Press Release, 2007. Disponível em: <<http://www.comscore.com/press/release.asp?press=1928>>.
- DAVE, K.; LAWRENCE, S.; PENNOCK, D. M. Mining the peanut gallery: Opinion extraction and semantic classification of product reviews. In: *In Proceedings of WWW*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 519–528.
- DURANT, K. T.; SMITH, M. D. Predicting the political sentiment of web log posts using supervised machine learning techniques coupled with feature selection. In: . [S.l.: s.n.], 2006. p. 187–206.
- EFRON, M. Cultural orientation: Classifying subjective documents by cociation analysis. *Proceedings of the AAAI Fall Symposium on Style and Meaning in Language, Art, Music, and Design*, p. 41–48, 2004.
- EVANS, M.; HASTINGS, N.; PEACOCK, B. *Statistical Distributions*. [S.l.]: Wiley-Interscience, 2000. ISBN 0471371246.
- GREENE, S.; RESNIK, P. More than words: Syntactic packaging and implicit sentiment. In: *Proceedings of Human Language Technologies: The 2009 Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 503–511.
- GRIFFITHS, T. L.; STEYVERS, M. Finding scientific topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 101, p. 5228–5235, Abril 2004.
- HIRST, G.; RIABININ, Y.; GRAHAM, J. Party status as a confound in the automatic classification of political speech by ideology. In: *Proceedings of JADT 2010*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 173–182.

- JIANG, M.; ARGAMON, S. Political leaning categorization by exploring subjectivities in political blogs. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Data Mining (DMIN 2008)*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 647–653.
- KLEBANOV, B. B.; BEIGMAN, E.; DIERMEIER, D. Vocabulary choice as an indicator of perspective. In: . [S.l.: s.n.], 2010. p. 253–257.
- KOHAVI, R. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In: *Proceedings of the 14th international joint conference on Artificial intelligence*. [S.l.: s.n.], 1995. p. 1137–1143.
- LAVER, M.; BENOIT, K.; COLLEGE, T. Extracting policy positions from political texts using words as data. *American Political Science Review*, p. 311–331, 2003.
- LEWIS, D. D. Naive (bayes) at forty: The independence assumption in information retrieval. In: *Proceedings of ECML-98, 10th European Conference on Machine Learning*. [S.l.]: Springer Verlag, 1998. p. 4–15.
- LIN, W.-H. et al. Which side are you on? identifying perspectives at the document and sentence levels. *CoNLL'06: Proceedings of the Conference on Natural Language Learning (CoNLL)*, 2006.
- LIU, B. Opinion mining. In: LIU, B. (Ed.). *Web Data Mining: Exploring Hyperlinks, Contents and Usage Data*. [S.l.]: Springer, 2006. ISBN 3540378812.
- LIU, B. Sentiment analysis and subjectivity. In: INDURKHYA, N.; DAMERAU, F. J. (Ed.). *Handbook of Natural Language Processing, Second Edition*. [S.l.]: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2010. ISBN 978-1420085921.
- MAINARDI, D. *Lula e minha anta*. [S.l.]: Record, 2007. ISBN 8501080705.
- MANNING, C.; RAGHAVAN, P.; SCHUTZE, H. *An introduction to Information Retrieval*. [S.l.]: Cambridge university Press, 2008. ISBN 9780521865715.
- MCCALLUM, A.; NIGAM, K. P. A comparison of event models for naive bayes text classification. In: *AAAI-98 Workshop on learning for text categorization*. [S.l.]: AAAI Press, 1998. p. 41–48.
- MULLEN, T.; MALOUF, R. A preliminary investigation into sentiment analysis of informal political discourse. In: . [S.l.: s.n.], 2006. p. 159–162.
- MULLEN, T.; MALOUF, R. Taking sides: User classification for informal online political discourse. *Internet Research*, v. 18, p. 177–190, 2008.
- NG, A.; JORDAN, M. On discriminative vs. generative classifiers: A comparison of logistic regression and naive bayes. In: *NIPS '02*. [S.l.: s.n.], 2002. v. 15.
- NIGAM, K. P. *Using unlabeled data to improve text classification*. Dissertação (Mestrado) — Carnegie Mellon University, 2001.
- OGURI, P. *Aprendizado de Máquina para o Problema de Sentiment Classification*. Dissertação (Mestrado) — Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

OH, A. *Generating multiple summaries based on computational model of perspective*. Tese (Doutorado) — Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2008.

PANG, B.; LEE, L. *Opinion Mining and Sentiment Analysis*. [S.l.]: Foundations and Trends in Information Retrieval series. Now publishers, 2008.

PANG, B.; LEE, L.; VAITHYANATHAN, S. Thumbs up? sentiment classification using machine learning techniques. In: *In Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. [S.l.: s.n.], 2002. p. 76–86.

RAMAGE, D. et al. Labeled lda: A supervised topic model for credit attribution in multi-labeled corpora. In: . [S.l.: s.n.], 2009. p. 248–256.

REFAELZADEH, P.; TANG, L.; LIU, H. *Cross Validation*. [S.l.]: Springer, 2009.

RESNIK, P.; HARDISTY, E. *Gibbs Sampling for the Uninitiated*. [S.l.], 2009. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.156.2875>>.

SOMASUNDARAN, S.; WIEBE, J. Recognizing stances in online debates. In: *In 4th International Joint Conference on Natural Language Processing of the Asian Federation of Natural Language Processing*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 226–234.

TEUBERT, W. A province of a federal superstate, ruled by an unelected bureaucracy - keywords of the euro-sceptic discourse in britain. In: *Attitudes towards Europe: Language in the unification process*. [S.l.: s.n.], 2001. p. 45–86.

THOMAS, M.; PANG, B.; LEE, L. Get out the vote: Determining support or opposition from Congressional floor-debate transcripts. In: *Proceedings of EMNLP*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 327–335.