



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

Aline Duarte Bessa

PROVISÓRIO: Um estudo sobre *Opinion Mining*
PROVISÓRIO: Aspectos teóricos e práticos

Salvador
2010

Aline Duarte Bessa

PROVISORIO: Um estudo sobre *Opinion Mining*

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: monografia, graduação, projeto final.

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: monograph, graduation, final project.

LISTA DE FIGURAS

2.1	Modelo gráfico correspondente ao classificador Naïve Bayes.	11
2.2	Modelo gráfico que representa o processo pelo qual objetos são gerados probabilisticamente. A distribuição de probabilidade para a imagem depende da identidade do objeto, de sua orientação e de sua posição (??).	11
2.3	Modelo gráfico LDA.	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SUMÁRIO

1	Introdução	8
1.1	Motivação	8
1.2	Proposta	9
1.3	Estrutura da Monografia	9
2	Técnicas básicas e ferramentas utilizadas	10
2.1	Modelos Gráficos	10
2.1.1	Naïve Bayes	11
2.1.2	LDA	13
2.2	Classificadores	16
2.2.1	Naïve Bayes	16
2.2.2	SVMs	16
3	Principais trabalhos e <i>datasets</i> estudados	17
4	Métodos baseados em frequências de palavras	18
4.1	Introdução	18
4.2	Trabalhos Analisados	19
4.3	Experimentos com L-LDA e Naïve Bayes	19
4.4	Conclusão	22
5	Metodologias que usam informação extra-documento	24
5.1	Concordância e discordância entre documentos	24

5.2	Meta-informações sobre os autores	24
6	Metodologias que usam relações intra-documento	25
7	Estudo de caso: Eleições 2010	26
8	Trabalhos relacionados	27
9	Conclusão	28
9.1	Dificuldades encontradas	28
9.2	Trabalhos futuros	28
	Apêndice A – Resultados experimentais	29
	Referências Bibliográficas	30

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

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 **deveria definir 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 revela 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 (??). 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**¹.

De acordo com (??), a área envolve o emprego de diversas técnicas computacionais com o intuito de atingir algum - ou alguns - dos objetivos abaixo:

1. **Identificação de opinião** – Dado um conjunto de documentos, separe fatos de opiniões;
2. **Avaliação de polaridade** - Dado um conjunto de documentos com caráter opinativo e uma palavra-chave (figura pública, empresa etc), classifique as opiniões como positivas ou negativas, ou indique o grau de negatividade/positividade de cada uma delas;

¹ Os dois termos, por serem considerados sinônimos, serão utilizados de forma intercambiável no decorrer desta monografia

3. **Classificação de pontos de vista ou perspectivas** - Dado um conjunto de documentos contendo perspectivas ou pontos de vista sobre um mesmo tema/conjunto de temas, classifique-os de acordo com essas perspectivas/pontos de vista;
4. **Reconhecimento de humor** - Dado um conjunto de textos com caráter emotivo/sentimental, como posts de blogs pessoais, identifique que tipos de humor permeiam os textos e/ou classifique-os de acordo com as diferentes emoções encontradas.

A ideia de utilizar metodologias computacionais para identificar e analisar opiniões é muito anterior à popularização da Web **Citar artigos do fim da década de 60 e começo de 70 que provam isso**. Motivos: pouco dado, IR e ML imaturas. Explicar os 3 e como se relacionam com Natural Language Processing.

1.2 PROPOSTA

Falar de Mineração de Perspectiva. Definir todos os termos correlatos utilizados, fechar os problemas da área e explicar como isso se diferencia de Opinion Mining clássica, que é basicamente Análise de Polaridade.

1.3 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

2 *TÉCNICAS BÁSICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS*

Introduzir o capítulo

2.1 **MODELOS GRÁFICOS**

Modelos gráficos consistem na representação, através de um grafo, das relações entre um conjunto finito de variáveis aleatórias, provendo uma maneira simples de se representar distribuições de probabilidade (??). Cada vértice do grafo corresponde a uma variável aleatória (ou a um conjunto de variáveis aleatórias) ou a um parâmetro, e cada aresta reflete a relação entre dois vértices. Modelos gráficos são categorizados como dirigidos ou não-dirigidos. Por questões de escopo, apenas modelos dirigidos (também conhecidos como Redes Bayesianas) serão discutidos nesta seção.

Em um modelo gráfico dirigido, tem-se um grafo direcionado acíclico que representa a **Joint Distribution** entre variáveis aleatórias. Cada aresta corresponde a uma distribuição de probabilidade condicional envolvendo dois vértices, incidindo no vértice cuja probabilidade está condicionada ao valor - ou valores - do vértice de onde sai.

******* Pensar num jeito de explicar a notação sem falar de Naïve Bayes. Falar de variáveis latentes e observáveis. *******

The primary role of the latent variables is to allow a complicated distribution over the observed variables to be represented in terms of a model constructed from simpler (typically exponential family) conditional distributions.

MODELOS GENERATIVOS

Uma categoria de modelos gráficos explorada neste projeto são os modelos generativos. Eles associam distribuições de probabilidade a todas as variáveis aleatórias envolvidas, permi-

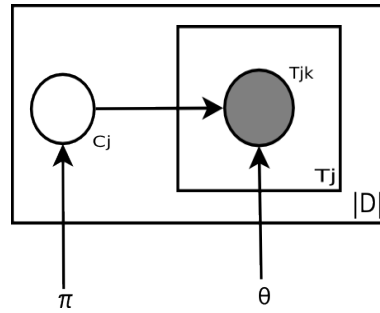


Figura 2.1: Modelo gráfico correspondente ao classificador Naïve Bayes.

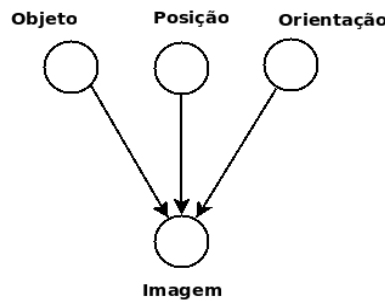


Figura 2.2: Modelo gráfico que representa o processo pelo qual objetos são gerados probabilisticamente. A distribuição de probabilidade para a imagem depende da identidade do objeto, de sua orientação e de sua posição (??).

tindo a geração - i.e. simulação - de seus valores. Modelos generativos são úteis para expressar os processos pelos quais dados observáveis são obtidos, como no seguinte exemplo: dado um conjunto de imagens de objetos, variáveis latentes podem ser utilizadas para representar suas posições e orientações; em seguida, para identificar o objeto contido em uma imagem particular observada, deve-se obter a distribuição de probabilidade a posteriori para objetos, o que envolve integrar sobre todas as posições e orientações possíveis (??). A Figura 2.2 indica as distribuições de probabilidade envolvendo variáveis aleatórias para posição, orientação, imagem e objeto. Em um modelo generativo, os valores das variáveis aleatórias podem ser obtidos através de técnicas de amostragem aplicadas à **Joint Distribution**, como será discutido, no caso particular do modelo Naïve Bayes, na seção 2.1.1.

Além do Naïve Bayes, os modelos gráficos generativos *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) e *Labeled Latent Dirichlet Allocation* (L-LDA) foram empregados em experimentos ao longo de todo o projeto. Uma discussão sobre eles pode ser encontrada na seção ??.

2.1.1 NAÏVE BAYES

O Naïve Bayes é um modelo gráfico generativo que assume a independência condicional das características F_1, \dots, F_n presentes em um conjunto de documentos D . Se D é composto de

documentos de texto, estas características, por padrão, correspondem a todas as suas palavras distintas. Isto equivale a assumir, portanto, que a presença de uma palavra em um documento qualquer não é informativa sobre a presença de nenhuma outra.

A finalidade básica do Naïve Bayes é estimar a probabilidade de um documento d pertencer a uma certa classe c . Para isto, d é representado de forma simplificada, através de um vetor v_d em que cada posição corresponde a uma de suas n palavras. Com esta representação, a probabilidade de d pertencer a uma classe c pode ser calculada via Teorema de Bayes como

$$P(c|v_{d1}, \dots, v_{dn}) = \frac{p(c) \times p(v_{d1}, \dots, v_{dn}|c)}{p(v_{d1}, \dots, v_{dn})} \quad (2.1)$$

Como o Naïve Bayes assume que as palavras dos documentos são condicionalmente independentes, a equação 2.1 pode ser reescrita como

$$P(c|v_{d1}, \dots, v_{dn}) = \frac{p(c) \times p(v_{d1}|c)p(v_{d2}|c)\dots p(v_{dn-1}|c)p(v_{dn}|c)}{p(v_{d1}, \dots, v_{dn})} = \frac{p(c) \times \prod_{i=1}^n p(v_{di}|c)}{p(v_{d1}, \dots, v_{dn})} \quad (2.2)$$

Na **seção XXX**, a equação 2.2 será retomada para a discussão sobre como construir um classificador a partir do modelo Naïve Bayes.

Como o Naïve Bayes é um modelo generativo, ele permite que se simule a criação de um documento d , pertencente a uma classe c , através da amostragem de suas variáveis aleatórias. Sem perda de generalidade, assume-se que c é uma variável aleatória que pode assumir m valores naturais distintos, variando de 0 a $m - 1$. Cada valor corresponde a uma classe diferente, e ele é escolhido de acordo com

$$c \sim \text{Binomial}(m - 1, \pi) \quad (2.3)$$

Antes de iniciar o processo de geração de documentos, define-se um parâmetro π para a distribuição binomial em 2.3 de acordo com

$$\pi \sim \text{Beta}(\alpha, \beta) \quad (2.4)$$

α e β são denominados *hiperparâmetros*, pois são parâmetros de uma distribuição a priori para escolha de um parâmetro do modelo - no caso, π (??). Após a escolha de uma classe, escolhe-se uma palavra para cada posição j do vetor v_d , de acordo com uma distribuição de

probabilidade sobre F_1, \dots, F_n

$$v_{dj} \sim \text{Multinomial}(F_1, \dots, F_n, \theta_c) \quad (2.5)$$

A distribuição utilizada depende do valor de c amostrado anteriormente, de modo que há m parâmetros θ_c . Cada θ_c é escolhido antes do processo de geração dos documentos, de acordo com

$$\theta_c \sim \text{Dirichlet}(\gamma_c) \quad (2.6)$$

γ_c , assim como α e β , é um hiperparâmetro.

A distribuição conjunta para este modelo generativo é dada por

$$P(\pi|\alpha, \beta) \prod_{j=1}^{|D|} \prod_{i=0}^{m-1} P(c=i|\pi) P(\theta_{c=i}|\gamma_{c=i}) P(v_d^{(j)}|\theta_{c=i}) \quad (2.7)$$

em que $v_d^{(j)}$ é o j -ésimo documento de D . A figura Y representa esta distribuição conjunta de forma gráfica, com vértices para variáveis aleatórias e relações de probabilidade condicional evidenciadas pelas arestas.

2.1.2 LDA

MEXER NAS FIGURAS! MEXER NOS TÓPICOS ILUSTRATIVOS!

O modelo LDA parte da ideia de que um documento pode tratar de múltiplos tópicos, refletidos nas palavras que o compõem (??). Assim como no modelo Naïve Bayes, palavras podem ser geradas de acordo com distribuições multinomiais específicas. A diferença é que, no LDA, cada palavra é gerada a partir de uma mistura de tópicos; no Naïve Bayes, elas são geradas a partir de um só tópico (classe) (??).

O LDA associa as palavras dos documentos a tópicos diferentes, com maior ou menor probabilidade, criando agrupamentos que se relacionam semanticamente. Os tópicos em um LDA são variáveis latentes, cujos significados requerem uma interpretação posterior ao processamento. Esta interpretação baseia-se nas relações semânticas entre as palavras que se associaram mais fortemente a cada um deles, algo relativamente subjetivo.

Para ilustrar como as palavras evidenciam o significado de um tópico, um experimento

Tópico	Palavras
Tópico 1	beef, sauce, cheese, oil, pepper
Tópico 2	chicken, breast, soup, pastum, tomato
Tópico 3	sugar, flour, butter, powder, milk
Tópico 4	oil, potato, bread, egg, pork

Tabela 2.1: As cinco palavras mais fortemente associadas a quatro tópicos gerados por um LDA.

envolvendo receitas culinárias extraídas do *site allrecipes.com* foi executado. Apenas os ingredientes de cada receita foram considerados. Na Tabela 2.1, constam as cinco palavras mais fortemente associadas a quatro tópicos, de acordo com o LDA.

Considerando que todas as receitas pertencem à culinária tradicional dos Estados Unidos, as palavras listadas na Tabela 2.1, e a forma como se associam em torno de cada tópico, são indicativos do bom funcionamento do LDA. O primeiro tópico pode ser interpretado como **Ingredientes para Carnes**, ilustrando a base de receitas típicas dos Estados Unidos, como *cheeseburger* e *hamburger*; o segundo, ao associar *breast*, *chicken* e *soup*, remete a receitas de sopas e caldos comuns em climas frios, podendo ser interpretado como **Ingredientes para Sopas**; o terceiro remete a bolos e tortas ao agrupar cinco ingredientes fundamentais à confeitaria, podendo ser interpretado como **Ingredientes para Bolos**; o quarto remete a uma gama de receitas pouco saudáveis, como sanduíches com ovos e carne de porco (*bread*, *pork* e *egg*) ou batatas-fritas (*potato* e *oil*), podendo ser interpretado como **Ingredientes para Fast-Food**. É importante frisar que estas interpretações, apesar de subjetivas, indicam perspectivas culinárias distintas e coerentes internamente. Seria diferente de encontrar, por exemplo, um tópico fortemente associado às palavras *sugar*, *pepper* e *potato*, dificilmente encontradas em uma mesma receita típica dos Estados Unidos.

O modelo LDA trata cada documento pertencente a um conjunto de documentos D como uma mistura de tópicos, representada por uma distribuição de probabilidade sobre um conjunto de tópicos T . Cada tópico, por sua vez, é visto como uma mistura de palavras, representada por uma distribuição sobre todas as palavras distintas de D . Para cada documento $d \in D$, é fixada uma distribuição de probabilidade sobre tópicos θ_d , condicionada a um hiperparâmetro α

$$\theta_d \sim \text{Dirichlet}(\alpha) \quad (2.8)$$

Para cada tópico $t \in T$, é fixada uma distribuição de probabilidade ϕ_t sobre palavras, condicionada a um hiperparâmetro β

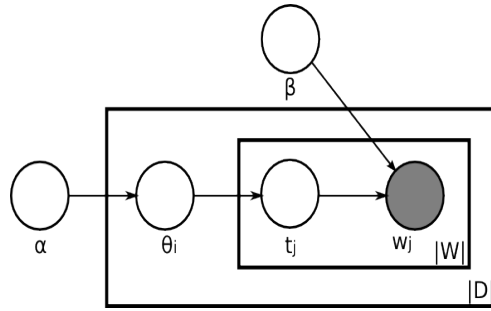


Figura 2.3: Modelo gráfico LDA.

$$\phi_t \sim \text{Dirichlet}(\beta) \quad (2.9)$$

Em seguida, para cada uma das n palavras de d , um tópico t é escolhido, de acordo com θ_d

$$t \sim \text{Discrete}(\theta_d) \quad (2.10)$$

e uma palavra w é gerada de acordo com ϕ_t

$$w \sim \text{Discrete}(\phi_t) \quad (2.11)$$

A distribuição conjunta do modelo LDA é dada por

$$\prod_{i=1}^{|D|} \left\{ P(\theta_i | \alpha) \left[\prod_{j=1}^{|W|} P(t_j | \theta_i) P(w_j | t_j, \beta) \right] \right\} \quad (2.12)$$

$P(w_j | t_j, \beta)$ reflete o quanto a palavra w_j se relaciona com o tópico t_j ; $P(t_j | \theta_i)$, por sua vez, funciona como uma medida do quanto o tópico t_j é importante no contexto do documento d_i (??). Na Figura 2.3, tem-se o modelo gráfico do LDA correspondente à distribuição conjunta 2.12.

A implementação do LDA utilizada para estes experimentos está disponível no repositório *online* de Alexandre Passos (??), e o número de iterações para coleta de amostras é fixado em 100.

L-LDA

O L-LDA é uma variação do LDA em que se restringe o número de tópicos associados a cada documento. Ou seja, as distribuições fixadas para os tópicos de cada documento não

necessariamente são sobre todos os tópicos $t \in T$. Além disso, os tópicos presentes em cada documento são identificados antes da execução do modelo, o que diminui a subjetividade envolvida na interpretação de seus significados após o processamento.

Um bom exemplo para ilustrar a aplicação deste modelo envolve um *blog*, em que cada *post* é marcado com um conjunto específico de *tags*. Se cada *tag* é interpretada como um tópico, é possível informar ao L-LDA em que *posts* cada uma delas está presente, processar os *posts* com o modelo e saber, após o processamento, quais palavras se associam mais fortemente a cada *tag*. Neste exemplo, existe um mapeamento direto entre os tópicos e as *tags*, conduzindo a uma interpretação mais imediata do significado de cada agrupamento de palavras.

Experimentos com o L-LDA foram desenvolvidos ao longo deste projeto, associando cada tópico, por exemplo, a uma perspectiva a ser minerada. Após a execução do modelo, as palavras mais fortemente associadas a cada perspectiva ilustram como os assuntos discutidos são enfocados por elas. Quanto mais duas perspectivas se distanciam, mais diferentes são as palavras que se associam com destaque a cada uma delas.

O L-LDA foi discutido pela primeira vez em um artigo de Ramage, Hall, Nallapati e Manning (??), aplicado ao problema de atribuição de crédito em páginas do *site del.icio.us*, marcadas com múltiplas *tags*. O artigo parte da hipótese de que, embora um documento possa estar marcado com várias *tags* diferentes, nem sempre elas se aplicam igualmente a todas as palavras nele contidas. A ideia da atribuição de crédito, portanto, consiste em associar cada palavra do documento às *tags* mais apropriadas e vice-versa.

A implementação de L-LDA utilizada neste projeto também está disponível no repositório *online* de Alexandre Passos (??). O número de iterações para todos os experimentos, assim como no LDA, foi fixado em 100.

2.2 CLASSIFICADORES

Fazer introdução

2.2.1 NAÏVE BAYES

2.2.2 SVMS

3 *PRINCIPAIS TRABALHOS E DATASETS ESTUDADOS*

4 MÉTODOS BASEADOS EM FREQUÊNCIAS DE PALAVRAS

4.1 INTRODUÇÃO

Métodos baseados em frequências de palavras se apóiam na ideia de que é possível identificar a perspectiva de um documento analisando o seu vocabulário. Eles partem da hipótese de que documentos escritos sob perspectivas diferentes costumam dar destaque a termos distintos, mencionando-os com maior ou menor frequência a fim de reforçar ideias particulares (??). O emprego de palavras diferentes para um mesmo propósito, outra hipótese linguística assumida por métodos desse tipo, evidencia pontos de vista diferentes sobre um mesmo assunto. Um exemplo popular no Brasil é o uso dos termos *Revolução* ou *Golpe* para o mesmo evento histórico: o começo do Regime Militar Brasileiro. Enquanto o primeiro termo reflete a perspectiva pró-Ditadura, o segundo reflete a anti-Ditadura. Palavras como *Revolução* e *Golpe*, exploradas por diferentes perspectivas, são chamadas de *banner words*, e têm o objetivo de facilitar a identificação entre adversários e aliados ideológicos (??).

Para os métodos revisados neste capítulo, a única informação extraída dos documentos é a frequência de suas palavras. Isto significa que a ordem das palavras em um documento, e as relações sintáticas que elas estabelecem entre si, não são consideradas. Os métodos também ignoram informações referentes ao domínio temático do *dataset*. Apesar de simplificar bastante a estrutura linguística dos documentos, essa informação é a mais explorada pelos trabalhos estudados para esta monografia. Este capítulo revisa casos em que ela foi suficiente para, quando interpretada por um classificador, identificar as perspectivas de um corpus com boa taxa de acerto.

Neste capítulo, artigos que utilizam métodos baseados em frequências de palavras, e obtêm bons resultados, são revisados na seção **Trabalhos Analisados**. Experimentos conduzidos com

um modelo de tópicos do tipo L-LDA¹ e um classificador Naïve Bayes padrão², apresentados na seção **Experimentos com L-LDA e Naïve Bayes**, ilustram a relação entre esse tipo de método e os vocabulários de diferentes perspectivas. Por fim, a seção **Conclusões** encerra a discussão sobre esse tipo de método, apresentando considerações sobre seu uso.

4.2 TRABALHOS ANALISADOS

4.3 EXPERIMENTOS COM L-LDA E NAÏVE BAYES

Tópico	Palavras
Genérico	israel, palestinian, israeli, palestinians, state, one, two, israelis, political, right
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 4.1: As dez palavras mais fortemente associadas aos tópicos Pró-Israel, Pró-Palestina e Genérico.

Tópico	Palavras
Genérico	mr., speaker, bill, all, time, people, today, gentleman, federal, support
Democrata	bill, security, legislation, states, chairman, country, act, billion, million, law
Republicano	act, chairman, security, states, bill, legislation, 11, support, 9, system

Tabela 4.2: As dez palavras mais fortemente associadas aos tópicos Republicano, Democrata e Genérico.

Se um método utiliza apenas a frequência das palavras dos documentos para identificar suas perspectivas, é natural que a taxa de acerto seja tão mais baixa quanto menos essas frequências mudam de uma perspectiva para outra. Nesta seção, serão descritos experimentos que evidenciam o vocabulário contido em dois *datasets*, as taxas de acerto obtidas na classificação dos documentos com um Naïve Bayes e a relação entre estas informações.

O primeiro *dataset* estudado é o **Bitterlemons**³, composto de artigos pró-Israel e pró-Palestina. Cada documento foi associado a um tópico referente à sua perspectiva e outro ge-

¹Este modelo de tópicos está descrito na seção X desta monografia.

²Este classificador está descrito na seção X.X desta monografia.

³A descrição deste *dataset* encontra-se na seção XXX desta monografia

"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." - Trecho extraído de artigo Pró-Palestina.

"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." - Trecho extraído de artigo Pró-Israel.

Tabela 4.3: Trechos com as palavras *palestinian* e *israeli*, extraídos do *dataset Bitterlemons*.

nérico, idêntico para todos eles. Um modelo de tópicos do tipo L-LDA foi aplicado aos documentos assim anotados, agrupando palavras genéricas em torno do tópico genérico, pró-Israel em torno do tópico pró-Israel e pró-Palestina em torno do tópico pró-Palestina. As dez palavras mais fortemente associadas a cada um dos tópicos, excluindo-se *stop words*, estão listadas na Tabela 4.3.

O uso de um tópico genérico ajuda a identificar palavras de *background*, comuns no corpus independentemente de perspectiva. Esta é a diferença fundamental entre o uso de um L-LDA e a simples contagem de palavras em documentos pró-Israel e pró-Palestina. Como esse tipo de contagem não considera palavras de *background*, a visualização de palavras mais específicas para cada perspectiva é prejudicada.

As palavras listadas na Tabela 4.3, para as perspectivas Pró-Israel e Pró-Palestina, remetem semanticamente às discussões entre Israel e Palestina. Parte delas, como *palestinian* e *israeli*, se associam às duas perspectivas, ainda que sejam empregadas nos documentos de forma diferente, como ilustrado pelos exemplos contidos na Tabela 4.3. Outras, como *bush* e *occupation*, funcionam como *banner words*, colaborando com a consolidação de pontos de vista diferentes. O exemplo na Tabela 4.4 ilustra a importância do Governo Bush para Israel à época, enquanto o exemplo na tabela 4.5 evidencia a principal luta Palestina do período: a criação de um Estado próprio. A alta frequência de palavras associadas às perspectivas, bem como a presença de *banner words* importantes, conFiguram um bom cenário para o uso de métodos baseados em frequências de palavras. O desempenho de um Naïve Bayes na classificação deste *dataset* será discutido mais à frente, ainda nesta seção.

O segundo *dataset* estudado é o **Convote-Menor**, composto de colocações em debates da *House of Representatives*, um dos dois órgãos principais do poder legislativo federal dos Estados Unidos. Os documentos foram marcados como sendo de parlamentares Republicanos ou Democratas, e como representando um posicionamento a favor ou contra a lei em pauta.

*"**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."* - Trecho extraído de artigo Pró-Israel.

Tabela 4.4: Trecho com a palavra *bush*, extraído do *dataset Bitterlemons*.

*"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."* - Trecho extraído de artigo Pró-Palestina.

Tabela 4.5: Trecho com a palavra *occupation*, extraído do *dataset Bitterlemons*.

Para este experimento, apenas a divisão entre Republicanos e Democratas foi considerada. O L-LDA foi aplicado a este *dataset* de forma análoga ao primeiro experimento, e as dez palavras mais fortemente associadas a cada um dos tópicos - Genérico, Republicano e Democrata - estão listadas na Tabela 4.2. *Stop words* também foram excluídas desta listagem.

As listas de palavras da Tabela 4.2 indicam que o vocabulário do segundo *dataset* não é suficiente para distinguir as perspectivas Republicana e Democrata. Parte das palavras, como *bill*, *legislation*, *states* e *act*, estão mais associadas ao processo legislativo *per se* do que a alguma das perspectivas contidas nos documentos. A alta frequência de palavras como essas, empregadas pelos dois lados do debate, indica um cenário pouco polêmico, com menos *banner words* e divergências. A palavra *security*, por exemplo, fortemente associada às duas perspectivas, é utilizada de forma similar por ambas, como ilustrado na Tabela 4.6. Métodos baseados em frequências de palavras funcionam tão melhor quanto mais distintos forem os vocabulários empregados por cada perspectiva. Por este motivo, é esperado que suas taxas de acerto em *datasets* como este não sejam altas.

As palavras extraídas a partir da aplicação de um L-LDA provêm informações subjetivas sobre a linguagem empregada nos corpora. Ainda assim, essas informações ajudam a entender o comportamento do classificador Naïve Bayes aplicado aos dois *datasets*. Para o **Bitterlemons**, as taxas de acerto obtidas variaram entre 73.46% e 98.98%, a depender da divisão entre os conjuntos de treinamento e teste; para o **Convote-Menor**, entre 48.73% e 54.17%. Não é trivial quantificar a relação entre essas taxas de acerto e a linguagem dos corpora - mas, como o Naïve Bayes utiliza apenas a distribuição das palavras para inferir a perspectiva dos documentos, é evidente que a escolha do vocabulário contribui para a qualidade da classificação.

<p><i>"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." - Trecho de discurso Democrata.</i></p>
<p><i>"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." - Trecho de discurso Republicano.</i></p>

Tabela 4.6: Trechos com a palavra *security*, extraídos do *dataset Convote-Menor*.

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 classificação com Naïve Bayes pode não funcionar bem. Investigar o vocabulário de um corpus, quando não se obtém uma boa taxa de acerto com classificadores baseados em frequências de palavras, pode ser interessante para verificar se sua uniformidade, ainda que em parte, está relacionada à má classificação obtida. A depender da conclusão retirada, pode-se pensar em estratégias mais específicas resolver o problema.

4.4 CONCLUSÃO

Este capítulo apresentou duas hipóteses linguísticas assumidas por métodos baseados em frequências de palavras: 1) palavras específicas, denominadas *banner words*, costumam ser utilizadas para defender perspectivas diferentes e 2) a quantidade de vezes que uma palavra é mencionada em um documento está diretamente relacionada com seu enfoque (??). Como consequência, esses métodos funcionam melhor em *datasets* nos quais o emprego de palavras varia significativamente por perspectiva.

Para ilustrar a relação entre as palavras de dois *datasets* e o desempenho desses métodos, experimentos com o modelo de tópicos L-LDA foram executados. A extração das dez palavras mais fortemente associadas a cada tópico conduziu à visualização parcial de como o vocabulário dos *datasets* se agrupa em torno de suas diferentes perspectivas. A informação, apesar de subjetiva, auxilia na compreensão das taxas de acerto obtidas com um classificador Naïve Bayes padrão, aplicado aos dois corpora. Para o primeiro *dataset*, as taxas de acerto obtidas foram mais altas, o que pode ser explicado por uma presença maior de *banner words* em comparação com o segundo *dataset*.

Métodos baseados em frequências de palavras foram explorados pela maioria dos trabalhos revisados para esta monografia - mesmo fazendo parte de metodologias mais complexas. Apesar de outros fatores contribuírem para o mau desempenho destes métodos, como um número muito pequeno de documentos no *dataset*, é interessante investigar o vocabulário do corpus caso as taxas de acerto obtidas estejam aquém do desejado. O uso de um modelo de tópicos L-LDA, agrupando palavras por perspectiva, é útil para compreender como os autores dos documentos se expressam. Se as palavras são empregadas de modo muito parecido por todas as perspectivas, isto justifica, ainda que em parte, o mau desempenho obtido.

5 *METODOLOGIAS QUE USAM INFORMAÇÃO EXTRA-DOCUMENTO*

5.1 *CONCORDÂNCIA E DISCORDÂNCIA ENTRE DOCU- MENTOS*

Falar do Get Out the Vote e artigos que seguem a linha

5.2 *META-INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES*

6 *METODOLOGIAS QUE USAM RELAÇÕES INTRA-DOCUMENTO*

Falar de targets, uso de dicionários de polaridade, limitações importantes

7 *ESTUDO DE CASO: ELEIÇÕES 2010*

8 *TRABALHOS RELACIONADOS*

9 CONCLUSÃO

O trabalho onon ono non ono non ono non ono non ono non on n ono non ono non ono ono non ononon ono non ono non ono non ono non on

9.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS

O trabalho onon ono non ono non ono non ono non ono non on n ono non ono non ono ono non ononon ono non ono non ono non ono non on

9.2 TRABALHOS FUTUROS

Pode-se indicar como trabalhos futuros:

n ono non ono non ono non ono non . n ono non ono non ono non ono non n ono non

ono non ono non ono non n ono non ono non ono non ono non **controlador** n ono non ono non ono ono non ononon ono non ono non ono non ono non on n ono no oo non ono ononon ono non ono non ono non ono non on

ono non ono o non ono non ono ono non ononon ono non ono non ono non ono non on n ono no oo non ono ononon ono non ono non ono non ono non ononon o

APÊNDICE A – RESULTADOS EXPERIMENTAIS

No no nnononono no n ono o nn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS