

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CAMPUS TIMÓTEO**

André Neves e Leonam Teixeira de Vasconcelos

EFEITO FOTOELÉTRICO

Timóteo

2018

André Neves e Leonam Teixeira de Vasconcelos

EFEITO FOTOELÉTRICO

Este trabalho consiste em uma breve abordagem ao efeito fotoelétrico, que possui uma gama abundante de aplicações na física e nas engenharias. O estudo de tal fenômeno é de grande importância para a física moderna e teve início no século XIX.

Timóteo

2018

Resumo

Colocar (apenas uma visão geral, o detalhamento será colocado no decorrer do documento)

- Descrição do efeito fotoelétrico;
 - Contexto histórico
 - Metodologia
- Influência no momento da descoberta
- Aplicações:
 - Indústria
 - Situações cotidianas

Palavras-chave: análise de domínio, análise facetada, recuperação de informação, informação corporativa.

Abstract

Resumo em inglês

Keywords: domain analysis, facet analysis, information retrieval, enterprise information.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Equipamento utilizado para fazer estudos sobre o efeito fotoelétrico.	8
Figura 2 – Gráfico de tensão por corrente obtidos de um circuito como o da Fig (1). O eixo das abscissas representa a DDP ajustada manualmente no circuito.	8
Figura 3 – Gráfico de potencial limite no sódio por frequência. Gráfico que representa um dos experimentos de Millikan (Talvez fazer um outro gráfico, de autoria própria) . . .	10
Figura 4 – Esquema do experimento. Fonte: artigo do MIT citado nas referências.	11
Figura 5 – Gráfico de tensão por corrente em um LED. Fonte: autores.	12
Figura 6 – Procedimentos metodológicos	14

Lista de tabelas

Tabela 1 – Resultado da métrica NDCG para experimentos sobre a coleção pública	18
--	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
2	EXPERIMENTOS	11
2.1	A constante de Planck	11
2.1.1	Experimento para determinar o valor da constante de Planck - método I	11
2.1.2	Experimento para determinar o valor da constante de Planck - método II	12
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
4	FUNDAMENTOS HISTÓRICOS, TEÓRICOS E METODOLÓGICOS . . .	15
4.1	Análise de domínio	15
5	RECUPERAÇÃO AUTOMATIZADA DA INFORMAÇÃO CORPORATIVA E FACETADA	17
5.1	Experimento sobre a coleção pública	17
5.1.1	Arquitetura do protótipo de sistema automatizado de recuperação de informação corporativa	17
5.1.2	Resultados do experimento sobre a coleção pública	17
6	CONCLUSÃO	20
6.1	Resultados	20
	REFERÊNCIAS	21

1 Introdução

Na década de 1880 o cientista Heinrich Hertz conduziu os experimentos que pela primeira vez na história confirmou-se a existência das ondas eletromagnéticas e a Teoria de Maxwell acerca da propagação da luz. Nestes experimentos, Hertz percebeu um fenômeno que Einstein, alguns anos a frente utilizou para contradizer alguns aspectos da teoria clássica do eletromagnetismo. Hertz observou que uma descarga elétrica entre dois metais, ocorre de maneira mais fácil caso um feixe de luz ultravioleta incida sobre um destes materiais. Philipp Lenard, demonstrou algum tempo depois que a luz incidente facilita a condução da corrente devido à emissão de elétrons pela superfície do catodo, emissão que por sua vez foi ocasionada pela aplicação da luz no material. A emissão de elétrons devido à incidência de luz sobre um material é um fenômeno conhecido como **efeito fotoelétrico**.

Algumas das características do efeito fotoelétrico que não podem ser explicadas pela teoria clássica estão citadas abaixo:

1. Segundo as equações de Maxwell a magnitude do vetor do campo elétrico de uma onda de luz é proporcional à raiz quadrada da intensidade da luz, e se a intensidade aumenta, a magnitude do campo elétrico aumenta e vice-versa. Como a força aplicada em um elétron é proporcional ao campo elétrico, é esperado que a energia cinética do mesmo seja também proporcional. Contudo, foi observado que a energia cinética do elétron não depende da intensidade da luz.
2. A teoria clássica das ondas diz que a emissão de elétrons devido à incidência de luz deve acontecer para ondas de luz de todas as frequências caso tal onda tenha intensidade suficiente para isso. Porém existe um comprimento máximo de onda inerente ao metal que caso ultrapassado, não haverá a emissão de elétrons da superfície.
3. De acordo com a teoria clássica, um elétron não iria ser emitido da superfície até que a energia transferida pela luz incidente fosse suficiente para a emissão, o que requer um intervalo de tempo para acontecer. Porém, experimentalmente notou-se que a emissão dos elétrons acontece após um intervalo muito curto de tempo após a chegada da radiação no metal.

A figura (1) contém o diagrama do circuito que foi utilizado para estudar o efeito fotoelétrico. A luz penetra uma câmara fechada a vácuo e incide sobre o anodo que está separado do catodo, entre os quais existe uma diferença de potencial V que pode ser variada e seu sentido invertido, como recursos experimentais. O amperímetro e o Voltímetro podem ser utilizados para mensurar os valores obtidos.

Ao plotarmos o gráfico de tensão por corrente dos valores medidos no amperímetro da Fig. (1) obteríamos uma curva crescente que se estabiliza (ou se satura) caso V seja muito grande. Observamos abaixo um gráfico contendo duas curvas:

- Curva a: Representa o gráfico de tensão por corrente obtidos por um feixe de luz de intensidade I_a incidindo sobre o anodo;

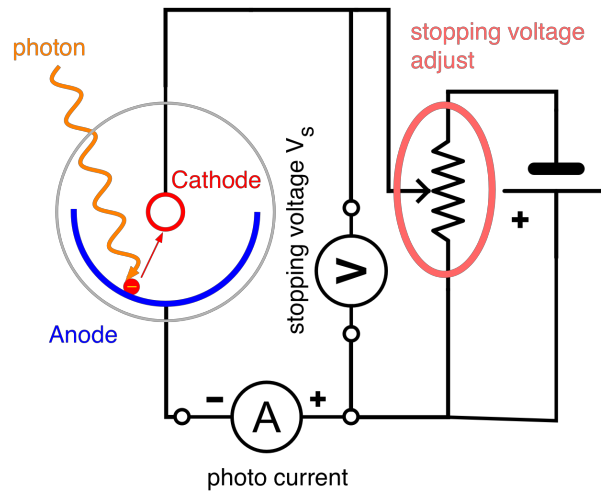


Figura 1 – Equipamento utilizado para fazer estudos sobre o efeito fotoelétrico.

- Curva b: Representa o gráfico de tensão por corrente obtidos por um feixe de luz de intensidade I_b incidindo sobre o anodo;

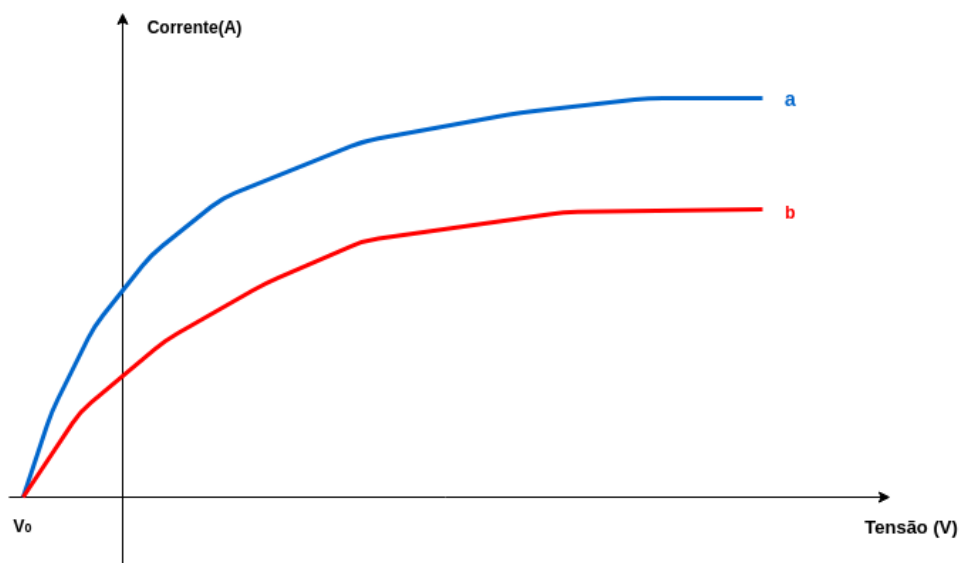


Figura 2 – Gráfico de tensão por corrente obtidos de um circuito como o da Fig (1). O eixo das abscissas representa a DDP ajustada manualmente no circuito.

Com o ajuste da tensão aplicada de forma de o campo elétrico esteja em sentido contrário, é possível determinar a diferença de potencial V_0 necessária para eliminar a energia cinética dos elétrons -também chamado de potencial limite- de forma que a corrente elétrica seja nula. Essa diferença de pontêncial corresponde à energia cinética máxima que pode ser obtida pelos elétrons, calculada pela equação 1.1

$$K_{max} = e \cdot V_0 \quad (1.1)$$

Com " K_{max} " sendo a energia cinética do elétron mais rápido ejetado (tendo como unidade o Joule, $[J]$), " e " a carga elementar de um elétron (de unidade Coulomb, $[C]$) e " V_0 " o potencial de corte (em Volts, $[V]$).

A intensidade do feixe de luz que produziu a corrente plotada pela curva b é menor que a intensidade do feixe de luz que ocasionou a corrente da curva a ($I_b < I_a$). Nota-se que as correntes de saturação ($V \rightarrow \infty$) são diretamente proporcionais à intensidade da luz. Contudo, o potencial limite V_0 é independente dessa.

Mais a frente, Albert Einstein apresentou uma nova teoria, colocando o efeito fotoelétrico como um fenômeno que pode ser utilizado para validação das teorias validas até então. Diferentemente de Planck que dizia que a energia eletromagnética se propagava como ondas se propagam na água, Einstein propôs que a energia da radiação era transmitida em pacotes (termo utilizado para se referir à quantidades quantizáveis) de energia, conhecidos como **fótons**.

Einstein utilizou como argumento o fato de que a maioria das experiências conhecidas da área haviam sido realizadas com números grandes de fótons e em consequência, os resultados obtidos pelas mesmas não passavam de uma média dos comportamentos reais. Em seus cálculos, Einstein focou no caráter corpuscular com o qual a luz é emitida e/ou absorvida observando que as quantidades de luz emitidas por uma fonte, eram emitidas de formas discretas, e a energia contida nesses pacotes discretos era dada pela equação:

$$E = hf \quad (1.2)$$

Com h sendo a constante de Planck ($[J \cdot s]$) e f a frequência ($[Hz]$), essa equação é conhecida como equação de *Einstein-Planck*. Quando um elétron é emitido da superfície de dado material, sua energia cinética é:

$$K = hf - w \quad (1.3)$$

onde w é o trabalho necessário para remover elétrons de tal material. A função trabalho do material é uma combinação complexa da energia requerida para excitação ótica de um elétron em uma banda de valência para a banda de condução e a energia tomada para difusão do elétron excitado pela radiação através do sólido. A função trabalho foi também um argumento utilizado por Albert Einstein para explicar o problema (2) citado anteriormente. Como alguns elétrons possuem ligações mais fracas com outros elétrons e outros possuem ligações mais fortes, os elétrons de ligação mais fraca tendem a sair com uma maior energia cinética, esta, dada por:

$$K_{max} = hf - w_0 \quad (1.4)$$

onde w_0 , chamada de *função de trabalho*, é a energia mínima necessária para um elétron atravessar a superfície do metal.

A equação 1.4 fortalece o argumento a favor de três pontos que a princípio seriam brechas que permitem a continuação da clássica interpretação ondulatória do efeito fotoelétrico:

A existência de um limiar de frequências: Segundo o gráfico (ainda vou colocar, gráfico de potencial limite em função da frequência), existe uma frequência limite (f_0) a qual resulta em um potencial limite igual a zero ($V_0 = 0$), e com isso, $K_{max} = 0$. Isso pode ser comprovado pela equação 1.4. Ao tomar $K_{max} = 0$, temos $hf_0 = w_0$, o que mostra que um fóton de frequência f_0 terá energia suficiente apenas para ejetar um elétron da superfície metálica, sem nenhuma sobra para energia cinética. Isso mostra que se $f < f_0$, não haverá energia suficiente para ejetar elétrons, o que anula o

Ao relacionar as equações 1.1 e 1.4, obtém-se:

$$V_0 = \frac{hf}{e} - \frac{w_0}{e} \quad (1.5)$$

A figura 3 ilustra a relação linear entre frequência e potencial limite, dada pela equação 1.5.

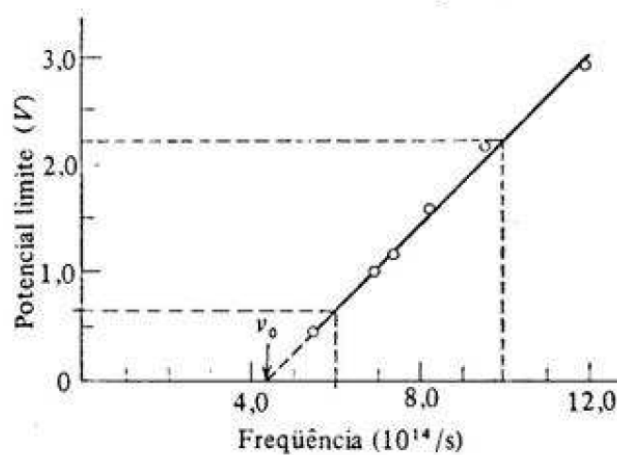


Figura 3 – Gráfico de potencial limite no sódio por frequência. Gráfico que representa um dos experimentos de Millikan (Talvez fazer um outro gráfico, de autoria própria)

efeito fotoelétrico.

2 Experimentos

2.1 A constante de Planck

2.1.1 Experimento para determinar o valor da constante de Planck - método I

Observe a imagem a seguir:

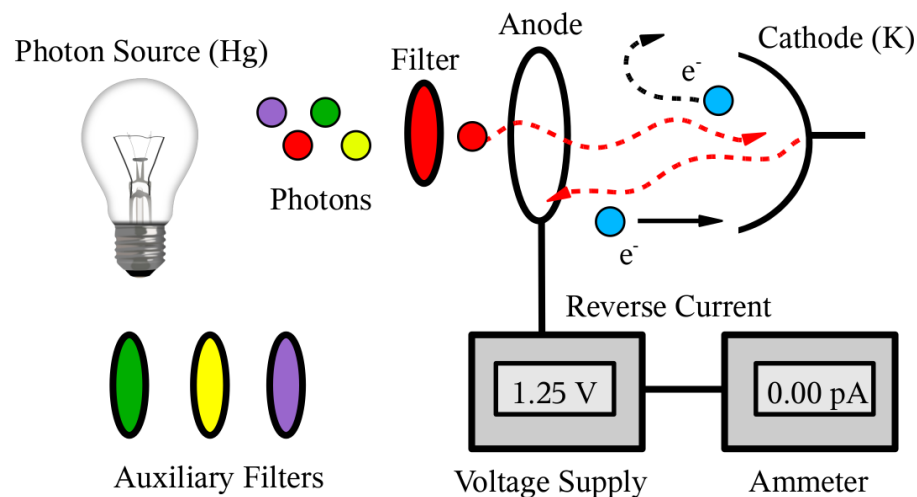


Figura 4 – Esquema do experimento. Fonte: artigo do MIT citado nas referências.

A figura (4) apresenta um esquema que nos permite recolher alguns dados para analisar o efeito fotoelétrico. Primeiro, uma lâmpada de mercúrio de alta-potência é ligada, emitindo luz em todas as direções. Com um filtro *passa-banda* (filtro utilizado para permitir a passagem de apenas uma faixa do espectro emitido), a luz da fonte é separada em um feixe e direcionada para um anel anodo até finalmente incidir sobre um catodo revestido com Potássio, que funciona como uma superfície fotoemissora.

Uma fonte de tensão é utilizada para manter uma diferença de potencial conhecida entre o anodo e o catodo, podendo inclusive interferir na trajetória dos elétrons ejetados. Caso os elétrons sejam emitidos, o circuito é fechado e com um amperímetro extremamente sensível podemos medir a corrente gerada.

Controlando a diferença de potencial e armazenando o valor da corrente medida podemos determinar a tensão necessária para fazer com que os elétrons não consigam atravessar a abertura e esse valor corresponde à energia cinética máxima do elétron dividida pela carga elementar: K_{max}/e . Utilizando vários filtros diferentes podemos recolher vários pontos de dados do tipo (f, V_0) com f a frequência da banda emitida após o filtro e V_0 a tensão de corte para essa frequência em específico, podemos verificar o caráter linear da relação entre energia de fótons emitidos e energia cinética máxima. Em conjunto com as equações citadas na introdução (1) podemos encontrar valores para a constante de Planck e para a função trabalho do material.

2.1.2 Experimento para determinar o valor da constante de Planck - método II

LED's (Diodos Emissores de Luz) são semicondutores que quando polarizados diretamente e ligados a uma diferença de potencial com valor acima de uma tensão limite, conduzem corrente elétrica, e em consequência emitem ondas eletromagnéticas dentro da faixa visível do espectro.

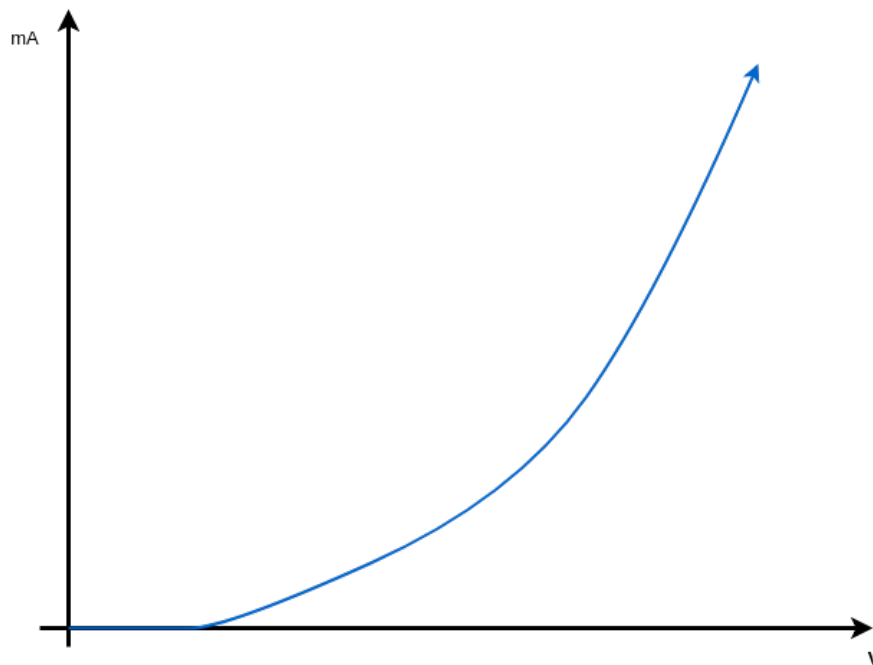


Figura 5 – Gráfico de tensão por corrente em um LED. Fonte: autores.

Variando o valor dessa tensão aplicada ao semicondutor e fazendo medições de corrente para cada uma dessas variações, podemos recolher vários pontos de dados do tipo (i, V) com i sendo a intensidade da corrente elétrica em Ampéres $[A]$ e V sendo a diferença de potencial aplicada ao LED em $[V]$. Com estes dados em mãos podemos fazer uma regressão linear para achar o valor da tensão limite a partir da qual o LED passa a conduzir corrente elétrica. Com essa informação podemos utilizar as equações da introdução (1) juntamente com o valor da carga elementar, para aproximar o valor da constante de Planck .

3 Procedimentos metodológicos

“Um bom começo é a metade”.

Aristóteles

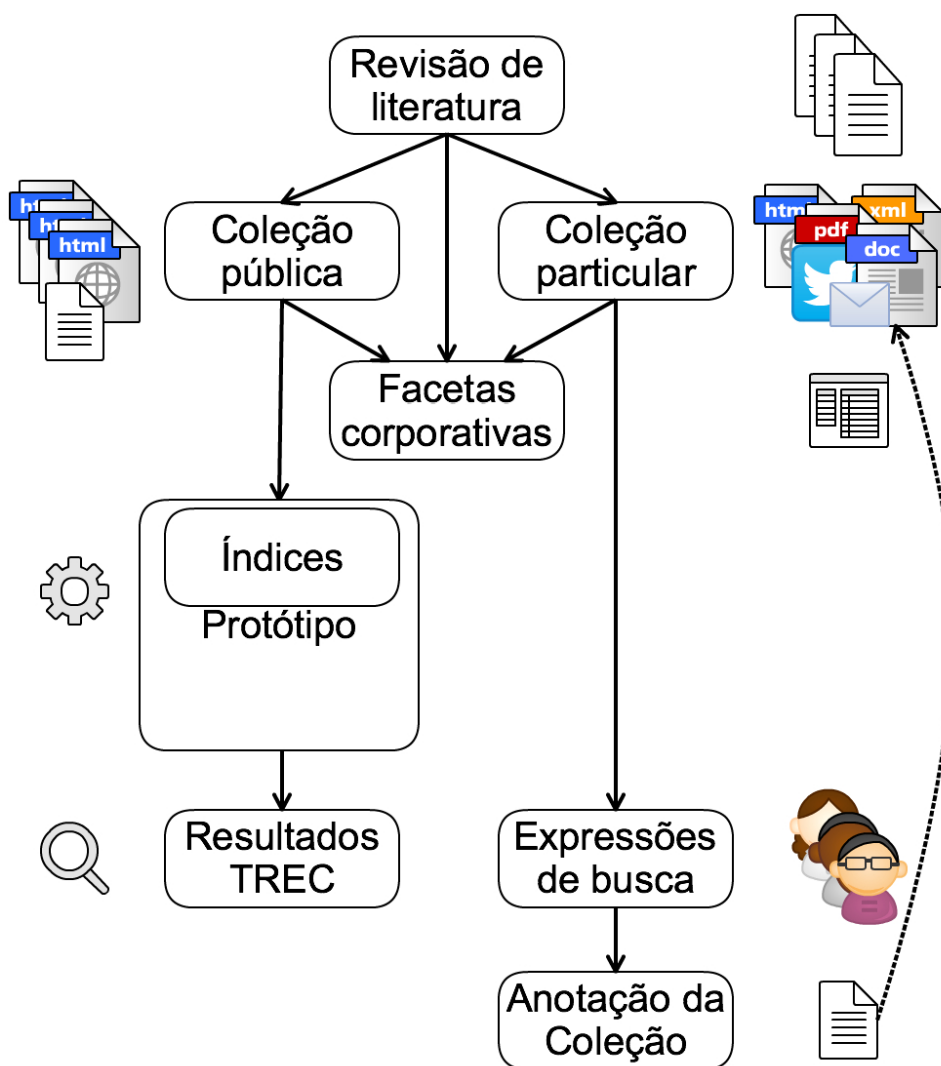
A presente pesquisa é descritiva e exploratória do ponto de vista dos objetivos; aplicada do ponto de vista de sua natureza; qualitativa e quantitativa quanto à abordagem ao problema; e pode ser classificada como pesquisa experimental na perspectiva dos procedimentos técnicos, embora tenha mobilizado diferentes procedimentos técnicos em diferentes partes, que merecem classificação diferenciada.

Os procedimentos metodológicos são organizados nas seguintes etapas:

1. reunir e estudar os principais trabalhos de organização de informação, especialmente aqueles orientados a coleções corporativas – parte da pesquisa que pode ser classificada como bibliográfica e tornou-se fundamental para reconhecer características do domínio corporativo que já foram explicitadas por outros autores, de diversas áreas do conhecimento;

As diferentes etapas são descritas mais detalhadamente nas próximas seções do presente capítulo e sintetizadas na figura 6.

Figura 6 – Procedimentos metodológicos



Fonte: elaborada pelo autor

4 Fundamentos históricos, teóricos e metodológicos

*“O período de maior ganho em conhecimento e experiência
é o período mais difícil da vida”.*

Dalai Lama

O principal objetivo deste capítulo é apresentar os fundamentos históricos, teóricos e metodológicos sobre os quais esta pesquisa é executada, além de mapear os principais e mais recentes trabalhos em análise de domínio e organização da informação corporativa. As seções seguintes reúnem os principais e mais recentes trabalhos que versam sobre análise de domínio e organização da informação que impliquem direta ou indiretamente em processos de classificação, indexação e recuperação de informação corporativa.

4.1 Análise de domínio

O objetivo desta tese é a caracterização do domínio corporativo visando favorecer a atividade de recuperação da informação corporativa. Ou seja, o objetivo é a descoberta das características que o domínio corporativo possui e apresenta, implícita e explicitamente, aos membros da sua comunidade; e a exploração dessas características para o aperfeiçoamento de sistemas automáticos de recuperação de informação corporativa. Entretanto, abordagens bem-sucedidas na análise de um domínio não devem ser consideradas em outros, como se todos os domínios fossem similares (HJØRLAND, 2002). Alvarenga e Dias (2012) explicam usando o domínio corporativo como exemplo:

a análise de domínio compreende o levantamento e estruturação dos entes que compreendem a realidade ôntica da empresa, como ser organizacional. Normalmente o trabalho de rastreamento de entes de um domínio acadêmico ou discursivo, na ciência da informação, é feito via literatura, tendo como suporte a garantia da literatura; neste caso os focos são campos de conhecimento mais ou menos sedimentados, não sendo, entretanto o caso dos seres organizacionais. Para o exercício de suas funções relativas às áreas meio e áreas finalísticas, as empresas têm como meta a identificação e descrição dos entes que a compõem, de suas essências, acidentes e processos que deles decorrem. Nesse desafio as entidades da realidade empresarial nem sempre se encontram devidamente identificadas e caracterizadas, na literatura técnico-científica publicada, mas podem estar presentes em documentos, administrativos, políticos, legislativos, etc. (ALVARENGA; DIAS, 2012)

Assim, definidos os exemplares do domínio, se deve escolher as abordagens de análise de domínio que melhor correspondem aos objetivos da análise, adequados ao domínio estudado e compatíveis com a área do conhecimento e com a área de formação dos analistas do domínio. Como exemplo, os “processos arquivísticos podem ser vistos como verdadeiras abordagens de análise de um domínio” (ALVARENGA; DIAS, 2012). Também, Hjørland (2002) enumera outras 11 abordagens utilizadas em diferentes áreas do conhecimento que são apropriadas para a análise de domínio. Dentre elas, algumas

são de interesse para este trabalho, como métodos de classificação e construção de tesouros; métodos de indexação e recuperação de informação auxiliadas por computador; estudos bibliométricos sobre coleções de documentos corporativos; estudos de documentos e gêneros; estudos terminológicos, sobre linguagens documentárias e de discurso; e estudos sobre semântica em bancos de dados.

5 Recuperação automatizada da informação corporativa e facetada

*“Há apenas um bem, o saber;
e apenas um mal, a ignorância”.*
Sócrates

Este capítulo apresenta dois experimentos de recuperação de informação corporativa que se utilizam das coleções particular e pública de documentos corporativos analisadas.

5.1 Experimento sobre a coleção pública

O projeto do protótipo de sistema de recuperação de informação corporativa e facetada é tratado na seção 5.1.1. O método de indexação de informação corporativa facetada é tratado na seção ???. Finalmente, o método de processamento automático de consultas é tratado na seção ???.

5.1.1 Arquitetura do protótipo de sistema automatizado de recuperação de informação corporativa

O protótipo de sistema de recuperação de informação foi implementado sobre a Apache Lucene¹, uma biblioteca de *software* implementada na linguagem de programação Java destinada para indexação e recuperação automáticas de documentos.

5.1.2 Resultados do experimento sobre a coleção pública

Os resultados das cinco execuções de processamento de consulta foram medidos usando Precisão Média (*Average Precision* - AP), na tabela ??, e Ganho Acumulado Descontado Normalizado (*Normalized Discounted Cumulative Gain*, NDCG), na tabela 1.

¹ Apache Lucene pode ser obtida em <http://lucene.apache.org>

Tabela 1 – Resultado da métrica Ganho Acumulado Descontado Normalizado (*Normalized Discounted Cumulative Gain*, NDCG) para experimentos sobre a coleção pública.

Os resultados são apresentados individualmente, por expressão de busca (*query*), e agregados em uma média aritmética na última linha. As cinco colunas de resultados representam os resultados dos experimentos que usam 1) a expressão original; 2) a expressão base; 3) expressão base e faceta espacial; 4) expressão base e facetas espacial e temporal; 5) expressão base, facetas espacial e temporal, e expansões e contrações da expressão de busca.

Query	infNDCG1	infNDCG2	infNDCG3	infNDCG4	infNDCG5
52	0,4841	0,4841	0,4841	0,4841	0,4841
53	0,4947	0,4947	0,7388	0,7388	0,7388
54	0,0600	0,0600	0,0600	0,1706	0,1706
56	0,5495	0,5495	0,5495	0,5941	0,5941
57	0,5100	0,5100	0,5100	0,5100	0,5100
58	0,4343	0,4343	0,4343	0,4343	0,4343
59	0,6682	0,6682	0,6682	0,8778	0,9557
60	0,5459	0,5459	0,5459	0,5459	0,5459
61	0,7653	0,7653	0,7653	0,7653	0,7653
62	0,4775	0,4775	0,4775	0,4771	0,4771
63	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
64	0,6788	0,6788	0,6788	0,6788	0,6788
65	0,1111	0,1111	0,1111	0,1110	0,2565
67	0,3646	0,5642	0,6247	0,6436	0,6436
68	0,3469	0,7310	0,6808	0,6739	0,6739
69	0,4234	0,4234	0,4234	0,4234	0,4234
70	0,2525	0,2525	0,2525	0,2425	0,2425
71	0,6317	0,6317	0,6317	0,6317	0,6317
72	0,7731	0,7731	0,7731	0,7731	0,7731
73	0,3514	0,3514	0,3514	0,3612	0,3709
75	0,6565	0,6565	0,6565	0,6579	0,6579
76	0,7212	0,7212	0,7212	0,7212	0,7212
77	0,4966	0,4966	0,4966	0,4966	0,4966
79	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
80	0,4752	0,4752	0,4752	0,4752	0,4752
82	0,7078	0,7078	0,7078	0,7076	0,7076

Continua na próxima página

Tabela 1 – continuação da página anterior

Query	infNDCG1	infNDCG2	infNDCG3	infNDCG4	infNDCG5
83	0,4432	0,4432	0,4432	0,4432	0,4432
84	0,5973	0,4140	0,5973	0,6154	0,6154
85	0,2196	0,2196	0,2196	0,2512	0,2512
86	0,5400	0,5400	0,5400	0,5400	0,5400
87	0,4315	0,4315	0,4315	0,4315	0,4315
88	0,4737	0,4737	0,4737	0,4737	0,4737
89	0,3363	0,3363	0,3363	0,3363	0,3303
90	0,2610	0,2610	0,2610	0,2610	0,2610
93	0,6298	0,6298	0,6298	0,6292	0,6292
94	0,6969	0,6969	0,6969	0,6969	0,6969
95	0,5572	0,5572	0,5572	0,5527	0,5527
96	0,5936	0,5936	0,5936	0,5932	0,5932
97	0,0796	0,0796	0,0796	0,0796	0,0796
98	0,5124	0,5124	0,5124	0,5124	0,5124
99	0,2374	0,2374	0,2374	0,2361	0,2311
100	0,3787	0,3787	0,3787	0,4166	0,4166
102	0,5785	0,5785	0,5785	0,5742	0,5742
105	0,4935	0,4935	0,4935	0,4985	0,4985
106	0,5516	0,5516	0,5516	0,5516	0,5516
109	0,4759	0,4759	0,4759	0,4760	0,4760
110	0,5272	0,5272	0,5272	0,5307	0,7828
111	0,5136	0,5162	0,5602	0,5595	0,5595
112	0,6069	0,5971	0,6069	0,6033	0,6033
113	0,6432	0,6432	0,6447	0,6632	0,6632
114	0,4254	0,4254	0,4254	0,4254	0,4254
115	1,0044	1,0044	1,0044	1,0044	1,0044
117	0,5013	0,5013	0,5013	0,5014	0,5014
118	0,8274	0,8274	0,8274	0,8274	0,8274
119	0,2337	0,2380	0,2587	0,2545	0,2545
120	0,7456	0,7456	0,7456	0,7456	0,7456
121	0,6201	0,3739	0,6201	0,6160	0,6160
122	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
123	0,1909	0,1909	0,1909	0,1909	0,1909
125	0,6543	0,6543	0,6543	0,6507	0,6507
126	0,4232	0,4232	0,4232	0,4232	0,4232
127	0,5743	0,5743	0,5743	0,5767	0,5767
Média	0,4768	0,4792	0,4911	0,4990	0,5066

Fonte: Elaborada pelo autor.

6 Conclusão

“As palavras fogem quando precisamos delas e sobram quando não pretendemos usá-las.”

Carlos Drummond de Andrade

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de se implementar sistemas automáticos de recuperação de informação que deem suporte adequado à informação corporativa e às tarefas dos usuários corporativos. Para isso, se buscou uma compreensão mais geral da informação corporativa que beneficie sua evolução contínua e não a limite a um cenário de uso excessivamente reduzido. Para isso, foi realizada uma análise do domínio corporativo com o objetivo de propor um conjunto de características da informação corporativa.

6.1 Resultados

Três resultados foram obtidos neste trabalho. O primeiro resultado refere-se a um conjunto com 12 categorias que, como uma potencial representação da informação corporativa, pode servir como um modelo conceitual de longo prazo do domínio corporativo. O conjunto de categorias descobertas deve requerer revisões menos frequentes e suportar o desenvolvimento incremental de sistemas de recuperação de informação corporativa mais flexíveis e interoperáveis. O segundo resultado refere-se a um subconjunto das 12 categorias que é mobilizado especialmente por usuários no momento de elaborar expressões de busca com o objetivo de recuperar documentos de interesse. O terceiro resultado refere-se à validação de ambas as coleções corporativas como pertinentes para desenvolver e avaliar sistemas de recuperação de informação corporativa.

Referências

ALVARENGA, L.; DIAS, C. da C. Análise de domínio e gestão arquivística. *DataGramaZero*, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 7, 2012. Citado na página 15.

HJØRLAND, B. Domain analysis in information science: eleven approaches—traditional as well as innovative. *Journal of documentation*, [S.l.], v. 58, n. 4, p. 422–462, 2002. Citado na página 15.