

# Sugerindo colaborações na base de doutores da Plataforma Lattes usando Florestas Aleatórias

Gabriel Dahia, Gabriel L. P. e Souza, Pedro Vidal

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal da Bahia (UFBA)

{gdahia, gabriellecomt, pvidal}@dcc.ufba.br

## Introdução

A Plataforma Lattes, mantida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), corresponde à integração de bases de dados de Currículos, de Grupos de Pesquisa e de Instituições. Ela pauta atividades de planejamento e gestão, e a formulação de políticas públicas dos órgãos governamentais brasileiros [CNPq 2010]. Em especial, o Currículo Lattes foi criado pelo CNPq para centralizar, padronizar e disponibilizar, através da Plataforma Lattes, informações pessoais, profissionais e acadêmicas, fornecidas pelos próprios autores dos currículos, da comunidade científica brasileira [Alves et al. 2011].

Apesar da riqueza e potencial dessa base de dados, o CNPq impõe restrições ao acesso dessas informações, limitando o seu estudo. Com intuito de disseminar o conteúdo da Plataforma Lattes, foi publicado o conjunto de dados *LattesDoctoralDataset*. Esta base contém dados a respeito do número e do tipo de publicações feitas, das colaborações entre pesquisadores, da atuação profissional e da formação acadêmica dos 265.187 doutores que possuem currículo publicado na plataforma [Dias et al. 2017].

Ao analisar as colaborações entre doutores nesse banco de dados, é possível perceber que seu número é de aproximadamente 0,02% do total possível. Com o intuito de fomentar colaborações entre pesquisadores e, por consequência, o avanço da ciência no Brasil, esse trabalho propõe, analisando o *LattesDoctoralDataset*, uma metodologia baseada em mineração de dados para sugerir novas colaborações com base nas informações fornecidas e nas colaborações preexistentes.

Usando Florestas Aleatórias [Ho 1995], o método proposto atinge acurácia de 86,70%  $\pm$  0,18, com 99% de confiança, quando a tarefa é: dado um par de currículos, determinar se há pelo menos uma colaboração entre esses pesquisadores. Quando a tarefa é estimar o número de colaborações entre um par de pesquisadores, dados os seus currículos, o método consegue acurácia de 78,34%  $\pm$  0,16, com 99% de confiança.

## Metodologia

Para sugerir colaborações entre os doutores da base, primeiramente foi feito um pré-processamento na base de dados. Este envolveu remover currículos com informações inconsistentes ou faltantes, agrupar as localizações e dados sobre a formação dos doutores, campos de preenchimento livre na Plataforma Lattes, utilizando técnicas de mineração de texto, e a remoção de atributos irrelevantes para a tarefa proposta.

Com a base pré-processada, o modelo empregado foi de Florestas Aleatórias, um conjunto de Árvores de Decisão treinado com diferentes partes da base de treino.



*Means* [MacQueen et al. 1967] para agrupar o conjunto de valores dos campos em 500 grupos, no caso de *formacao*, ou 3.000 grupos, no caso de *lugares*. Este número foi calculado para comportar todas instituições de ensino superior no Brasil - 2.364, de acordo com [Ministério da Educação 2016] - e outras.

Depois desse agrupamento, calculou-se a produtividade de cada doutor como o total de colaborações relatadas; esse campo foi denominado “*Colaboracoes*”. Utilizando esse atributo como preditor da tarefa que se deseja resolver, calculou-se, entre todo outro atributo  $X$  da base de dados e  $Y = \text{Colaboracoes}$  a informação mútua  $I$ :

$$I(X, Y) = \sum_{y \in Y} \sum_{x \in X} p(x, y) \log \left( \frac{p(x, y)}{p(x)p(y)} \right), \quad (1)$$

onde  $p(x, y)$  é a probabilidade conjunta de  $X$  e  $Y$ , e  $p(x)$  e  $p(y)$  são, respectivamente, as probabilidades marginais de  $X$  e  $Y$ .  $p(x)$ ,  $p(y)$  e  $p(x, y)$  são estimados, respectivamente, como as frequências empíricas de  $x$  em  $X$ ,  $y$  em  $Y$ , e  $(x, y)$  em  $(X, Y)$ .

Informalmente,  $I(X, Y)$  quantifica quão independente as variáveis  $X$  e  $Y$  são; isso permite quantificar dependências lineares, como correlação é capaz de fazer, e não-lineares entre as distribuições estudadas. A figura 1 mostra os resultados.

Nessa etapa, todos os atributos independentes com “*Colaboracoes*” foram descartados do conjunto de dados. O resultado foi uma versão da base de dados em que, em uma determinada execução, restaram 8.180 currículos restritos aos atributos não independentes de “*Colaboracoes*”. Nesta versão da base, existem 58.689 colaborações entre pesquisadores, em contraste com as 6.902.042 colaborações da base original.

### Modelo de mineração de dados

O método de Florestas Aleatórias pode ser descrito da seguinte maneira: são construídos  $N$  conjuntos de dados de tamanho igual ao da base original, através do sorteio com repetição dos exemplos do conjunto de dados inicial. Em cada uma dessas novas bases, é treinada uma Árvore de Decisão. O conjunto de todas essas árvores é o modelo de mineração de dados.

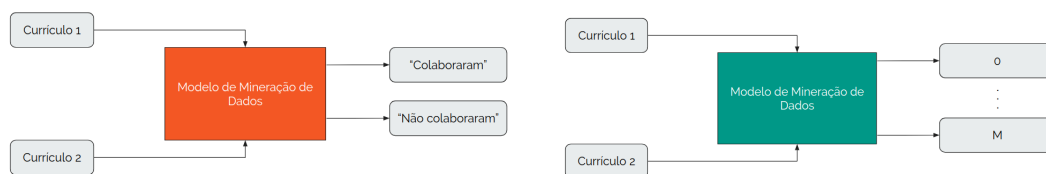
Para fazer inferência com esse modelo, são computadas as classes previstas por cada uma das árvores. A predição final é obtida através do cálculo ou da média ou da moda das previsões individuais.

Esse modelo pode equivalentemente ser explicado como uso de *bagging* para Árvores de Decisão. Suas vantagens, conhecidas na literatura, são regularizar o modelo, diminuindo sobreajuste e aumentando a acurácia [Ho 1995].

Nesse trabalho, utilizou-se a implementação da biblioteca *Scikit-learn* [Pedregosa et al. 2011] de Florestas Aleatórias, e limitou-se o número de árvores à 10; os outros parâmetros são mantidos os padrões especificados pela biblioteca.

### Experimentos

Como há estocasticidade no método a partir da etapa de pré-processamento, rodou-se o experimento 10 vezes com sementes aleatórias diferentes para cálculo de intervalos de confiança.



**Figura 2. Modalidades de mineração de dados: à esquerda, a modalidade *binary*, em que é necessário apenas determinar se há ou não colaboração entre os donos dos currículos. À direita, a modalidade *standard*, onde o par de currículos é classificado de acordo com o número de colaborações previsto.**

Para cada execução individual do experimento, a base pré-processada foi dividida em um conjunto de treino, compreendendo 60% do total de dados, e um conjunto de teste, com o restante. A divisão é feita de maneira estratificada, considerando apenas se há ou não colaboração entre os donos dos currículos.

O restante do experimento consiste em treinar um modelo de Floresta Aleatória no conjunto de treino e validá-lo no conjunto de teste em duas modalidades distintas, que denominou-se *binary* e *standard*. A figura 2 ilustra ambas modalidades.

Na modalidade *binary*, a tarefa consiste em determinar, dado um par de currículos de doutores, se há pelo menos uma colaboração entre eles. Aqui, a Floresta Aleatória é treinada com pares de currículos como atributos e a informação de se há ou não colaboração entre eles como saída esperada. Para fazer com que o modelo treinado seja invariante à ordem em que os currículos são colocados no par, duplicou-se o conjunto de treino, colocando currículos nos dois sentidos.

Já na modalidade *standard*, a tarefa consiste em estimar, dado um par de currículos de doutores, o número de colaborações que existem entre eles. Neste caso, o modelo é treinado com os pares de currículos e sua saída é uma classe de  $\{0, 1, \dots, M\}$ , onde  $M$  é o maior número de colaborações presente no conjunto de testes.

A validação do método usa a métrica acurácia, calculada como

$$acurácia = \frac{\text{Previsões corretas}}{\text{Total de previsões}}. \quad (2)$$

Assim como é feito para o conjunto de treino, pares de currículos são também colocados nos dois sentidos. Isso permite avaliar a robustez do método proposto à ordem em que os currículos são entregues ao modelo de mineração de dados sem artificialmente melhorar o resultado no conjunto de testes.

## Resultados

A partir das dez repetições do experimento, obteve-se  $86,70\% \pm 0,18$  de acurácia, com 99% de confiança, para a modalidade *binary*, e  $78,34\% \pm 0,16$ , com 99% de confiança, para a modalidade *standard*.

Quando se compara estes resultados com a performance esperada de um classificador aleatório para essa mesma tarefa - dado que esta tarefa não foi tentada anteriormente e, portanto, não há estado-da-arte -, respectivamente 50% para a modalidade *binary*, e 1,08% (em média, existem 92 valores de colaborações possíveis) para a modalidade *standard*.

É importante notar que o resultado apresentado, na verdade, se trata de um limite inferior para a performance do modelo no conjunto de teste. Isso ocorre porque, se para um determinado par de currículos para o qual foi previsto colaborações, não há colaboração relatada entre seus detentores, há três cenários possíveis: (1) realmente não há e nem nunca haverá colaboração entre esses pesquisadores e o modelo realmente fez uma classificação equivocada; (2) os doutores ainda não colaboraram, mas no futuro podem vir a colaborar; ou (3) há um erro no banco de dados e os doutores colaboraram, mas não relataram sua colaboração. Nos cenários (2) e (3), a acurácia calculada do modelo é inferior ao valor correto. Em especial, para o cenário (2), o *LattesDoctoralDataset* não possui informação temporal e o modelo, portanto, não pode aprender esse tipo de informação.

Também é importante notar que a discrepância nos resultados entre as modalidades pode ser explicada pelo fato de a tarefa proposta para *standard* ser consideravelmente mais difícil do que a de *binary*: em um caso extremo, é possível que um dado número de colaborações não apareça no treino e todas as instâncias dessa classe seriam mal-classificadas. Além do mais, a avaliação proposta não considera a proximidade do número de colaborações previsto do real; apenas previsões corretas são consideradas na métrica.

Apesar do grande número de nós em cada árvore (nos experimentos realizados, este número ficou na ordem de 10 mil), é possível realizar inferência no modelo, uma vez carregado em memória principal, em tempo real. Isso ocorre porque a altura é, no máximo, o número de atributos fornecidos ao modelo, que não passa de 100. Além disso, os arquivos dos modelos têm tamanho razoável: aqueles para a modalidade *binary* têm em torno de 15MB, e os *standard* têm em torno de 250MB.

## Conclusão

Esse trabalho apresentou um modelo de mineração de dados baseado em Florestas Aleatórias capaz de prever colaborações entre doutores da base *LattesDoctoralDataset*. Além de estabelecer resultados iniciais para esse base, a acurácia obtida mostra que esse sistema é preciso o suficiente para ser utilizado na prática, sem problemas com tempo de execução ou requisito de armazenamento.

Foram identificadas, contudo, limitações da metodologia proposta que podem ser melhoradas em versões futuras. O tratamento de dados faltantes ou fora de conformação pode ser melhorado já que atualmente consiste em eliminar instâncias com erros detectáveis e mineração de texto elementar para os campos de preenchimento livre.

A abordagem de mineração de textos empregada, inclusive, não generaliza caso haja termos não presentes no conjunto de dados analisado - também imagina-se que um método de mineração de textos mais robusto que LSA possa melhorar os resultados.

Melhores resultados também devem poder ser obtidos integrando o processo de colheita de uma nova versão da base de dados com as demandas do modelo de aprendizado de máquina. Como mencionado anteriormente, maior padronização das informações e a informação temporal das colaborações pode melhorar a performance da metodologia proposta.

## Referências

- Alves, A. D., Yanasse, H. H., and Soma, N. Y. (2011). Sucupira: a system for information extraction of the lattes platform to identify academic social networks. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2011 6th Iberian Conference on*, pages 1–6. IEEE.
- CNPq (2010). Sobre a Plataforma Lattes. <http://memoria.cnpq.br/web/portal-lattes/sobre-a-plataforma>. Acessado em 2018-05-28.
- Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., and Harshman, R. (1990). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American society for information science*, 41(6):391.
- Dias, T. M. R., Laender, A. H. F., and Moita, G. F. (2017). LattesDoctoralDataset: Uma coleção de dados estratificados sobre o conjunto de doutores cadastrados na Plataforma Lattes. In *Proceedings of the satellite events of 32 Brazilian Symposium on databases (SBBd)*, pages 245–255.
- Ho, T. K. (1995). Random decision forests. In *Document analysis and recognition, 1995., proceedings of the third international conference on*, volume 1, pages 278–282. IEEE.
- MacQueen, J. et al. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, volume 1.
- Ministério da Educação (2016). Altos índices de desistência na graduação revelam fragilidade do ensino médio, avalia ministro. <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/212-educacao-superior-1690610854/40111>. Acessado em 2018-07-18.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., and Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12:2825–2830.