

## *Trabalho de Conclusão de Curso*

---

Cademo de Estudos Interdisciplinares v.1, n.1 (2014) 78-84

### **Análise Descritiva em Grafos de Produção Científica em Grupo da Universidade Federal de Alfenas <sup>1</sup>**

Rafael Agostinho Ferreira, Bel.

*rafaelferreiratc@hotmail.com, UNIFAL-MG, Brasil*

Deive Ciro de Oliveira, Dr.

*deive.oliveira@unifal-mg.edu.br, UNIFAL-MG, Brasil*

---

#### **Resumo**

O processo de expansão do ensino superior e técnico é uma realidade nos últimos 10 anos. Este crescimento também engloba diferentes modalidades de cursos. Entre estas, cita-se o Bacharelado Interdisciplinar (BI), espaço onde o aluno recebe uma formação geral. Esta modalidade exige forte interação entre docentes nas atividades acadêmicas. Um indicador desta interação é a produção acadêmica em conjunto. A produção através de grupos alia diferentes competências e potencializa a obtenção de resultados. Este trabalho objetiva avaliar a produção acadêmica em grupos no âmbito da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). A partir de um estudo em duas unidades da instituição (Instituto de Ciências Sociais Aplicadas e Instituto de Ciência e Tecnologia), foram construídos um grafo para cada instituto para aferir a interação em produções acadêmicas entre docentes. Algumas estatísticas foram calculadas dos grafos. Observou-se maior conectividade no ICT do que no ICSA. O tempo de permanência do docente na instituição e a homogeneidade do ICT são fatores que podem explicar tal diferença.

*Palavras-Chave:* Grafos, Estatística de Grafos, Produção científica conjunta.

#### **Abstract**

The process of expansion of higher education and technical is a reality in the last 10 years. This growth also encompasses different types of courses. Among these, mentions the Interdisciplinary Bachelor (BI), space where the student receives a general education. This mode requires strong interaction between teachers in academic activities. An indicator of this interaction is the academic production together. The production combines different groups through skills and enhances the results. This study evaluates the academic production in groups under the Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG). From a study of two units of the institution (Institute of Applied Social Sciences and Institute of Science and Technology), were constructed a graph for each institute to assess the interaction among faculty academic productions. Some statistics pertaining to a number of characteristics were calculated from the graphs.

---

<sup>1</sup>Histórico do Artigo: Recebido em 20 de maio de 2014. Aceito em 24 de setembro de 2014. Publicado online em 5 de março de 2015.

*Keywords:* Graphs, graphs' statistical, scientific joint.

---

## 1. Introdução

Nos últimos anos o governo federal tem realizado diversas políticas de expansão e desenvolvimento do ensino superior e técnico no Brasil. Uma dessas políticas foi o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI), implantada entre 2007-2010. Uma de suas metas era estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação em áreas estratégicas. Os investimentos do governo para expandir e consolidar a Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) fizeram com que o número de produções científicas no país se elevasse (REZENDE, 2011). Em 2008, o Brasil subiu para a 13ª colocação, entre 140 países pesquisados (Thomson Reuters Scientific, 2008). Em 2009 a produção nacional respondia por 2,69% das produções científicas do mundo, o dobro do que era em relação ao ano de 2000. Houve, também, um aumento significativo nos investimentos em bolsas para estudantes do CNPq e CAPES (agências governamentais que tem por objetivo estimular a formação de pesquisadores no país), que vão desde a iniciação científica até a pós-graduação, possibilitando a ampliação do número de bolsas, que evoluiu de 77.579 em 2001 para 149.579 em 2009 (REZENDE, 2011).

Vale ressaltar a importância da produção científica para o crescimento de uma nação. Segundo Barbosa, Ramos e Ciríaco (2010), ela é um dos fatores que indicam um grau de desenvolvimento, pois revela o comprometimento do governo com o crescimento científico e tecnológico do país.

Acompanhado desse crescimento, estão as produções de coautoria, onde profissionais interagem a partir de grupos de pesquisa, publicações em conjunto, e participações de colaboração para a execução de projetos de pesquisa. Um exemplo dessas parcerias são os grupos de pesquisa do CNPq, que estão localizados em universidades, institutos de pesquisa científica, institutos tecnológicos, laboratórios de pesquisa e desenvolvimento de empresas, e em algumas organizações não governamentais com atuação em pesquisa. Segundo Soares, Souza e Moura (2010), essa parceria de coautoria está relacionada ao aumento da interdisciplinaridade, pois a realidade do homem moderno vem se tornando mais complexa.

Diante da atual complexidade e diversidade cultural, o governo buscou algumas alternativas para implementação de uma arquitetura curricular no ensino superior que atendesse as necessidades vigentes. Entre elas estão os Bacharelados Interdisciplinares (BIs) (EDUCAÇÃO, 2010), criado por meio do Programa de Apoio à Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), durante o governo Lula (ALBUQUERQUE; CAMPOS; JÚNIOR, 2012). Esse novo modelo é inspirado na proposta feita por Anísio Teixeira, no início da década de 60, e em modelos europeu e americano, que visava a divisão do ensino superior em ciclos (EDUCAÇÃO, 2010).

Nos Estados Unidos, essa modalidade de ensino teve início com o surgimento dos *colleges* (instituições que funcionam como uma ponte entre o ensino médio e as universidades, proporcionando aos egressos títulos de bacharéis em ciências, artes ou humanidades). Posteriormente, tal modelo foi difundido na Europa através da Declaração de Bolonha. Esse acordo foi estabelecido pelos países da União Europeia, visando a reestruturação da educação, maior integração entre os países e a melhoria no ensino superior (ALBUQUERQUE; CAMPOS; JÚNIOR, 2012).

No Brasil, a formação segundo os BIs se dá em duas etapas: o primeiro ciclo, mais conhecido como Bacharelado Interdisciplinar, é o espaço onde o aluno recebe uma formação geral com fortes bases conceituais, éticas e culturais. O segundo ciclo, de caráter opcional, será reservado à formação profissional em áreas específicas do conhecimento.

Em 2011, onze universidades federais haviam adotado os BIs, cada uma com suas próprias características, porém semelhantes em sua estrutura geral (ALBUQUERQUE; CAMPOS; JÚNIOR, 2012). Com base nas informações coletadas no *site* do e-MEC (EDUCAÇÃO, 2014), em 2014, cerca de 30 universidades e 2 institutos federais possuem cursos sobre a modalidade interdisciplinar de ensino, com 55 cursos em funcionamento.

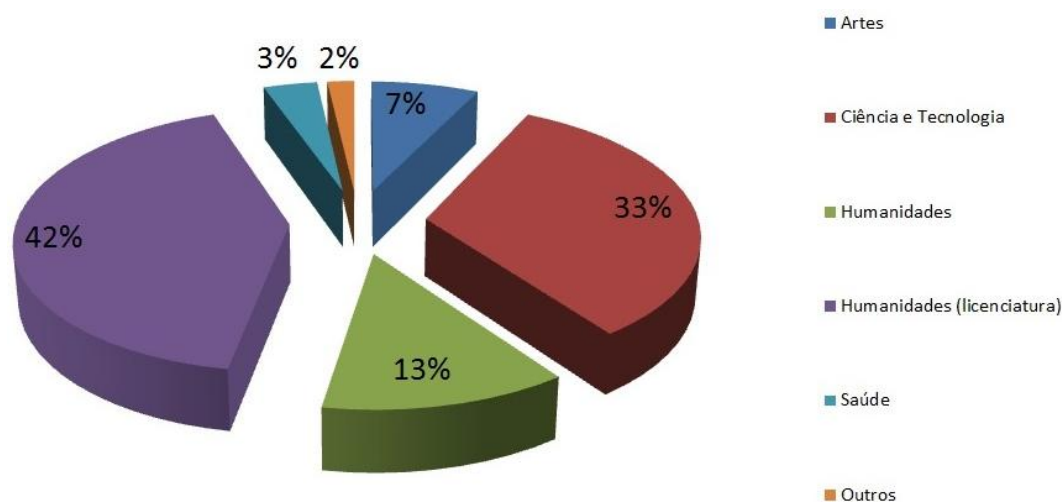


Gráfico 1 - Proporção de cursos sobre a modalidade interdisciplinar estratificado por área. Fonte de dados básicos: e-MEC.

Conforme o Gráfico 1, observa-se a grande quantidade de cursos de licenciatura interdisciplinar. Cerca de 42% dos cursos analisados se destinam à eles na área de humanidades, ao passo que, 13% é se destina aos cursos de bacharelado. Dentre os cursos do tipo bacharelado, observa-se grande parte (33%) se concentram na área de Ciência e Tecnologia. Artes e Saúde são as áreas com menor quantidade de cursos oferecidos, com a proporção de 7% e 3% respectivamente.

Esta modalidade tem como objetivo evitar a profissionalização precoce, facilitar a mobilidade dos estudantes entre cursos da própria universidade ou de uma instituição para outra e oferecer uma educação mais abrangente e menos específica. Segundo Albuquerque, Campos e Júnior (2012), os BIs possuem como princípios a interdisciplinaridade, a valorização do trabalho em grupo e uma maior flexibilização curricular. Porém, para se entender o termo interdisciplinaridade, é necessário conhecer o significado de disciplina. Segundo Fortes (2009) a disciplina é uma forma delimitada e organizada do conhecimento, apresentada ao aluno de forma ordenada, apoiando-se em diversos procedimentos didáticos e metodológicos para o seu ensino. A interdisciplinaridade é caracterizada pelo movimento de desconstruir o conhecimento compartimentado e por reconhecer as fronteiras e as limitações dos saberes científico (MAFRA; SOUZA, 2013).

Ainda Fortes (2009) salienta que a proposta da interdisciplinaridade está ligada a capacitação e complementaridade do saber, estimulando o desenvolvimento intelectual tanto dos alunos quanto dos docentes, para que tenham capacidade de pensarem e resolverem problemas encontrados em uma realidade complexa. Já com um caráter disciplinar de ensino não seria possível, pois se estudam saberes compartimentado, não estando de acordo com a realidade global. Nessa mesma perspectiva, Gonçalves e Gaydeczka (2013) referem-se à interdisciplinaridade como aquilo que é comum a diversas disciplinas e como aquilo que estabelece relações entre os ramos do conhecimento.

Portanto, entende-se por interdisciplinaridade como sendo a relação de interação entre as disciplinas de diversas áreas do conhecimento. Contudo, para esse modelo de ensino deve-se haver uma forte relação entre diversos profissionais, pesquisadores, docentes associados a um mesmo grupo. Essa junção proporcionará resultados mais satisfatórios, novas ideias, informações e experiências que os levarão a produção de novos conhecimentos. Assim, a

interdisciplinaridade não acontecerá se não houver trocas de ideias, de informações, de dúvidas, e sua prática depende de um diálogo permanente (GONÇALVES; GAYDECZKA, 2013).

Assumindo a importância das relações entre docentes de unidades acadêmicas com BIs, este trabalho busca realizar um estudo descritivo sobre as relações entre os professores de dois institutos da Universidade Federal de Alfenas. Para condução deste estudo será utilizada a formalização matemática Grafos, amplamente utilizada para modelagem de dados estruturados em redes. A partir dos grafos serão calculadas estatísticas inerentes a uma série de características dos grafos representativos das unidades estudadas.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Material

Neste trabalho, foram considerados dois Institutos da Universidade Federal de Alfenas, com a finalidade de estudar a relação de produção acadêmica em conjunto entre os docentes. São eles, o ICESA (Instituto de Ciências Sociais Aplicadas), situado no Campus Avançado de Varginha; e o ICT (Instituto de Ciência e Tecnologia), situado no Campus Avançado de Poços de Caldas. Vale ressaltar que os *campi* foram criados em 2009. Em cada um dos Institutos estão associados cursos de graduação sobre a modalidade de Bacharelado Interdisciplinar.

Para cada instituto foi construída uma matriz  $X$  de adjacência (binária) indicando atividades conjuntas entre os docentes. Ou seja, sendo  $X_{i,j} = 1$  os docentes  $i$  e  $j$  possuem alguma atividade em comum e caso contrário  $X_{i,j} = 0$ . As atividades consideradas são de cooperação em projetos de pesquisa ou extensão e parceria em publicações. Os dados foram obtidos na plataforma Lattes, a partir do currículo publicado pelo docente.

### 2.2. Métodos

Redes de interações podem ser modeladas através de grafos. Porém, para entender a interação entre esses profissionais é necessário compreender os estudos de conjuntos e relações. Seja  $A$  um conjunto qualquer. Uma relação é um subconjunto de  $A \times A$ , também chamado de produto cartesiano. Supondo que  $S$  seja uma relação de  $A$  para  $A$ , então  $S$  é um subconjunto de pares ordenados do produto cartesiano, onde cada par  $a \in A$  e  $b \in A$  (LIPSCHUTS; LIPSON, 2004). Portanto:

- $(a,b) \in S$ ; dizemos que " $a$  é  $S$ -relacionado a  $b$ ".
- $(a,b) \notin S$ ; dizemos que " $a$  não é  $S$ -relacionado a  $b$ ".

Um grafo é definido pelo par de conjuntos  $X = \{V,E\}$  onde  $V$  é chamado de conjuntos de vértices (entidades a serem representadas) e  $E$  é uma relação  $V \times V$ . As entidades são os pesquisadores e sua relação se dá pela atividade em conjunto. Como a relação é simétrica, se o pesquisador  $i$  tiver atividade conjunta com  $j$  implica que o pesquisador  $j$  tem atividade conjunta com  $i$ . Neste caso o grafo é chamado de não-direcionado. A representação de um grafo pode ser feita por uma matriz de adjacência  $X_{i,j}$ .

A partir da matriz  $X$  é possível calcular estatísticas. Estas estatísticas revelam medidas do comportamento de sua formação. Exemplos destas características são conectividade (quão conexo é um grafo?), tendência a formação de agrupamentos (formação de subgrupos conexos - *clusters*), tendência a formação de centroides (*hubs*). Algumas estatísticas que medem dentre outros comportamentos são apresentadas abaixo:

1. *Edges* (Arestas): Esta estatística contabiliza o número de arestas presentes em um grafo. É um indicador de conectividade no grafo.

2. *Degres* (Graus): O grau de um vértice é definido pelo número de arestas adjacentes aos mesmos. Esta estatística informa sobre a distribuição dos graus de vértices em um grafo. Este componente informa o número de arestas presentes em um grafo. É um indicador de conectividade no grafo.
3. *K-stars* (k-Arestas): uma topologia de estrela em um grafo apresenta uma estrutura onde um determinado vértice com um conjunto de vértices vizinhos adjacentes. Esta estatística calcula o número de estrelas distintas com k vértices vizinhos existente no grafo. Por ele é possível aferir a tendência de polos concentradores existentes no grafo.
4. *Concurrent* (Concorrência): estatística que calcula o número de vértices no grafo com grau maior ou igual a 2. Com ela é possível verificar tendências de criação de concorrência nos relacionamentos.
5. *Triangle* (Triângulos): a estatística contabiliza o número de triângulos existentes no grafo. Para um grafo não direcionado, a contagem de triângulos se restringe a triplos de vértices  $i, j, k$  que formam um clique de tamanho 3.

### 3. Resultados

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os grafos relativos a produção em conjunto nos Institutos da UNIFAL-MG. Utilizando o pacote *ERGM* (HUNTER et al., 2008b) algumas estatísticas foram calculadas a partir dos grafos.

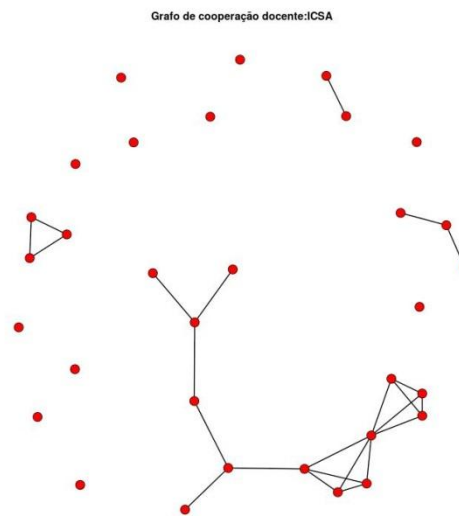


Figura 1: Grafo de produção em conjunto - Instituto de Ciência e Economia (Unifal-mg)

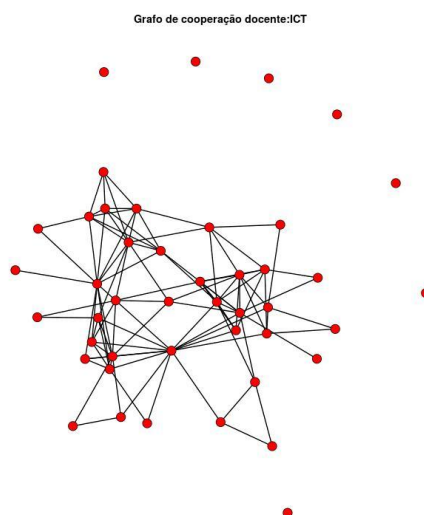


Figura 2: Grafo de produção em conjunto - Instituto de Ciência e Tecnologia (Unifal-mg)

Alguns modelos estatísticos são apresentados na literatura de Snijders (2002) para explicar o mecanismo de formação de um grafo. Um destes modelos é o ERGM - Exponential Random Graph Models.

A maior formação de grupos no ICT (*clusters*) pode ser observada, tanto na avaliação visual do grafo quanto em termos das estatísticas relativas.

Tabela 1 – Tabela de estatísticas de grafos de produção acadêmica em grupo (ICT e ICSA: Unifal-mg).

	Edges	Kstar2	Kstar3	Kstar4	Kstar5	Triangle
ICSA	24	17	31	16	6	9
ICT	100	622	1425	2582	3821	82

É possível observar através da estatística *edges* que o ICT possui um número muito maior de arestas em relação ao ICSA, evidenciando maior conectividade do instituto. Já a estatística *triangle* mostra que no ICSA há 9 grupos formado por 3 docentes, já o ICT possui 82. Por fim, as estatísticas de *k-star* mostram que o número de docentes interagindo com outros *k* docentes é maior no ICT. Porém, deve-se ressaltar que o cálculo leva em consideração as permutações entre os docentes, o que explica os valores serem tão elevados.

## 5. Conclusão

Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento das produções acadêmicas em dois institutos da UNIFAL-MG que possuem cursos de graduação sobre a modalidade de Bacharelado Interdisciplinar: o ICSA e o ICT. A coleta de dados sobre as parcerias entre os docentes, disponibilizadas na Plataforma *Lattes*, foi realizada no período de maio de 2012. Para a criação das redes e suas estatísticas, utilizou-se o *software R*.

Com base nos grafos e estatísticas é possível observar maior conectividade entre os docentes do ICT do que no ICSA. Esta maior relação pode ser explicada pelo perfil docente dos Institutos. O perfil do ICT é muito mais homogêneo do que ICSA o que favorece trabalhos em cooperação.

Outro fator que possa explicar tal disparidade é o tempo de permanência do docente na instituição. Por serem institutos recém-criados e em fase de crescimento, há uma alta rotatividade entre eles, refletindo na interação em grupo.

Como trabalhos futuros espera-se propor uma modelagem para os grafos dos Institutos da Universidade Federal de Alfenas baseados no *ERGM* e realizar a obtenção de estimativas dos modelos.

### Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, S. J. da P.; CAMPOS, N. de M. D.; JUNIOR, J. F. da S. Os bacharelados interdisciplinares e sua contribuição para minimizar a deficiência brasileira na formação de engenheiros. COBENGE, 2012.
- BARBOSA, E. M. de S.; RAMOS, J.; CIRÍACO, M. do S. S. Despertando para a produção intelectual: A importância da pesquisa científica. RABCI, 2010.
- EDUCAÇÃO, M. da. Referenciais orientadores para os bacharelados interdisciplinares e similares. MEC, 2010.
- EDUCAÇÃO, M. da. e-MEC. Março 2014. Disponível em: <<https://emec.mec.gov.br/>>.
- FORTES, C. C. Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor. Revista acadêmica Senac on-line, setembro/novembro 2009. Disponível em: <<http://www3.mg.senac.br/Revistasenac/edicoes/Edicao6.htm>>.
- GONÇALVES, S. F. C.; GAYDECZKA, B. O desafio da Interdisciplinaridade: Reflexões sobre a experiência do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Economia da UNIFAL-MG. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2013. 35-45 p.
- HUNTER, D. R. et al. ergm: A package to \_t, simulate and diagnose exponential-family models for networks. Journal of Statistical Software, p. 24(3), 2008b.
- LIPSCHUTS, S.; LIPSON, M. Matemática Discreta. 2. ed. [S.l.]: Coleção Schaum, 2004.
- MAFRA, L. A. S.; SOUZA, P. R. R. de. O desafio da Interdisciplinaridade: Reflexões sobre a experiência do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Economia da UNIFAL-MG. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2013. 55-62 p.
- REZENDE, S. M. Produção científica e tecnológica no Brasil: Conquistas recentes e desafios para a próxima década. RAE, v. 51, p. 202-209, março/abril 2011.
- SNIJDERS, T. A. B. Markov chain monte carlo estimation of exponential random graph models. Journal of Social Structure, v. 3, 2002.
- SOARES, G. A. D.; SOUZA, C. P. R. de; MOURA, T. W. de. Colaboração na produção científica na ciência política e na sociologia brasileiras. Sociedade e Estado, v. 25, n. 3, Sept./Dec. 2010.
- TEAM, R. D. C. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2008. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.