

Análise comparativa da competitividade do Campeonato Brasileiro de Futebol mediante redes complexas

**Esteban F. Tuesta¹, Karina V. Delgado¹, Adriano S. Barbieri¹,
Cristina B. Alves¹, Guilherme L. Carvalho¹, Alan U. Sabino¹,
Lucas A. M. L. Andre¹, Lucas C. Zanoti¹, Paula A. Toyota¹,**

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo

tuesta@usp.br

Abstract. *The uncertainty about the results of sporting events has been the motivation for many works in several areas of research. In particular, several football championships have been studied analyzing their economic performance, efficiency and competitiveness. In this work, different measures of competitiveness of rankings are used to compare the classifications of the teams in the Brazilian Soccer Championship between the years 2007 and 2015. It is known that the measures of competitiveness often do not present the same result. In the analysed case, all measures agreed to appoint the 2007 championship as the most competitive, but showed small differences in relation to the least competitive.*

Resumo. *A incerteza sobre os resultados de eventos esportivos tem sido a motivação de muitos trabalhos em diversas áreas de investigação. Em especial, diversos campeonatos de futebol têm sido estudados analisando o seu desempenho econômico, a eficiência e a competitividade. Neste trabalho são utilizadas diferentes medidas de competitividade de rankings para comparar as classificações dos times no Campeonato Brasileiro de Futebol entre os anos 2007 e 2015. É conhecido que as medidas de competitividade com frequência não apresentam os mesmos resultados. No caso analisado, todas as medidas concordaram em apontar o campeonato de 2007 como o mais competitivo, mas mostraram pequenas diferenças em relação ao menos competitivo.*

1. INTRODUÇÃO

A análise de eventos esportivos têm chamado a atenção de pesquisadores e pode ser feita desde diferentes perspectivas. Por exemplo, desde a perspectiva biológica com o objetivo de melhorar o rendimento dos atletas e fazê-los mais competitivos, aumentando assim as chances de vitórias. Do ponto de vista econômico para, por exemplo, organizar uma instituição esportiva, um evento, ou mesmo, avaliar os custos e as possibilidades de lucro. Desde o ponto de vista matemático para criar estratégias e táticas de conjuntos.

O futebol é uma das práticas esportivas mais conhecidas no mundo e é amplamente difundida em quase todas as cidades ao redor do globo. A organização internacional que rege quase todas as atividades profissionais ligadas a esse esporte é a FIFA (The Fédération Internationale de Football Association). ¹ Essa entidade organiza, através das

¹<https://www.fifa.com/>

entidades associadas em cada país, as competições de futebol. A FIFA organiza também as competições internacionais tais como o Campeonato Mundial de Futebol (copa do mundo), o Campeonato Mundial de Clubes, entre outros. O estudo dos diversos campeonatos de futebol contempla o rigoroso estudo de fatores econômicos, biológicos, matemáticos, políticos e sociais. O desempenho econômico, a eficiência e competitividade de diferentes ligas europeias têm sido analisados em [Barros and Leach 2006, Haas 2003, Barros et al. 2009, Buraimoa and Simmons 2009, Boscá et al. 2009].

O Campeonato Brasileiro de Futebol, também conhecido por Brasileirão, é uma das ligas mais importantes do mundo [Gasparetto 2012]. Esse campeonato é observado pela maior parte dos empresários e dos que trabalham no mundo do futebol. Além disso, é conhecida a longa tradição esportiva no Brasil e a seu desempenho no futebol internacional, sendo o principal exportador de jogadores de futebol. Esse campeonato também foi analisado desde o ponto de vista econômico por [Madalozzo and Villar 2009, Barros et al. 2010, Gasparetto 2012].

A análise de competitividade é uma das formas de avaliar ligas ou campeonatos, sendo que métricas de competitividade em rankings têm sido propostas por diferentes estudos [Criado et al. 2013, Bowman et al. 2012]. Em [Criado et al. 2013] é apresentada uma nova técnica para analisar a competitividade de famílias de rankings, definindo um grafo de competitividade dinâmico, a partir das mudanças nas posições relativas dos times em classificações consecutivas, assumindo que exista incerteza sobre os resultados de cada jogo [Bowman et al. 2012]. A grandeza numérica da competitividade indica uma relação direta com a incerteza da posição dos times no ranking final, isto é, a maior competitividade, maior incerteza sobre os resultados dos jogos e das posições no ranking. Os autores focam o trabalho nas quatro maiores ligas europeias de futebol. Um trabalho do mesmo grupo [Pedroche et al. 2015] analisa a competitividade em uma série de rankings em que existe a possibilidade de empate, usando redes complexas.

Neste trabalho focamos na análise da competitividade do campeonato brasileiro de futebol desde o ano 2007 até 2015, usando as medidas estabelecidas em [Criado et al. 2013]. Neste período foram jogados mais de 3000 partidas e os times passaram por muitas transformações, desde que em alguns casos, a maior parte dos jogadores de uma temporada, não jogaram pelo mesmo time na próxima.

O restante deste texto está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 são apresentados os conceitos de ranking, família de rankings, os grafos de competitividade e as métricas usadas para comparar famílias de rankings. A Seção 3 apresenta o método utilizado neste trabalho e a Seção 4 apresenta uma discussão dos resultados obtidos da aplicação das métricas de rankings no Campeonato Brasileiro de Futebol. A Seção 5 apresenta os trabalhos correlatos. Por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2. Fundamentos

2.1. Definição de ranking e família de rankings

Dado um conjunto de elementos (também chamados de competidores ou nós) $N = \{1, \dots, n\}$, um ranking c é uma permutação desses elementos. Usaremos $i \prec_c j$ para denotar que o elemento i aparece antes do elemento j no ranking c . Dada uma família

de rankings $R = \{c_1, c_2, \dots, c_r\}$, dizemos que os elementos i e j competem se existe um $t \in \{1, 2, \dots, r-1\}$ tal que i e j trocam sua posição relativa entre rankings consecutivos c_t e c_{t+1} .

2.2. Grafo de competitividade

O grafo de competitividade de uma família de rankings R [Criado et al. 2013] é denotado por $G_c(R) = (N, A)$, em que N corresponde ao conjunto de nós do grafo e A é o conjunto de arestas. No grafo, existe uma aresta não direcionada entre o nó i e j se (i, j) competem.

2.3. Grafo de competitividade evolutivo

Dois nodes i e j competem k vezes se k é o número máximo de rankings em que i e j competem. O grafo de competitividade evolutivo de uma família de rankings R [Criado et al. 2013] é denotado por $G_c^e(R) = (N, A^e)$. $G_c^e(R)$ é um grafo não direcionado com pesos em que existe uma aresta com peso k entre o nó i e j , se (i, j) competem k vezes. Note que a ordem dos rankings é fundamental no cálculo dos pesos do grafo $G_c^e(R)$.

2.4. Comparando duas famílias de rankings

Para comparar duas famílias de rankings $R = \{c_1, c_2, \dots, c_r\}$ e $S = \{c'_1, c'_2, \dots, c'_r\}$ para um conjunto de competidores $N = \{1, \dots, n\}$ e $N' = \{1, \dots, n'\}$, respectivamente existem várias formas de definir competitividade [Criado et al. 2013]. A seguir apresentamos as diferentes métricas apresentadas em [Criado et al. 2013].

Grau médio normalizado. O grau médio normalizado é a soma de todos os graus dos nós no grafo de competitividade dividida pela soma do maior grau possível de todos os nós:

$$ND(R) = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i \in N} k_i, \quad (1)$$

em que k_i é o número de vizinhos do nó i . Essa métrica encontra o número vezes que qualquer par de competidores trocaram sua posição na família de rankings. Assim, se $ND(R) > ND(S)$, dizemos que R é mais competitivo que S .

Média normalizada da força. A força de um nó em um grafo com pesos é a soma dos pesos de suas arestas incidentes. A média normalizada da força de uma família de rankings R é a soma dos pesos das arestas do grafo de competitividade evolutivo, denotada por $w(A^e)$, dividida pela soma do maior possível peso de todas as arestas:

$$NS(R) = \frac{w(A^e)}{\binom{n}{2}(r-1)}. \quad (2)$$

Se $NS(R) > NS(S)$, dizemos que R é mais competitivo que S .

Coefficiente de clusterização. O coeficiente de clusterização de um nó i é definido por:

$$C_i = \frac{e_i}{\binom{k_i}{2}}, \quad (3)$$

em que e_i é o número de pares conectados entre os vizinhos de i e o denominador representa todos os possíveis pares entre os vizinhos de i . O coeficiente de clusterização do ranking R é a média dos coeficientes de clusterização dos nós do grafo de competitividade:

$$C(R) = \frac{1}{n} \sum_{i \in N} C_i. \quad (4)$$

Se $C(R) > C(S)$, dizemos que R é mais competitivo que S .

Coefficiente de correlação τ de Kendall generalizado. Para dois rankings c_1 e c_2 de um conjunto N de n elementos, o coeficiente de correlação τ de Kendall é:

$$\tau(c_1, c_2) = \frac{\tilde{K}(c_1, c_2) - K(c_1, c_2)}{\binom{n}{2}} = 1 - \frac{2|A_R|}{\binom{n}{2}} = 1 - \frac{4|A_R|}{n(n-1)}, \quad (5)$$

em que $\tilde{K}(c_1, c_2)$ denota o número de pares (i, j) que não competem em relação a $R = \{c_1, c_2\}$; $K(c_1, c_2)$ o número de pares (i, j) que competem; $\binom{n}{2}$ é o número de todos os possíveis pares de nós (i, j) ; e A_R é o número de arestas do grafo de competitividade com relação a $R = \{c_1, c_2\}$. O coeficiente de correlação generalizado $\tau(R)$ de Kendall de uma família R de rankings, generalizando a definição anterior, é:

$$\tau(R) = \frac{\tilde{K}(R) - K(R)}{\binom{n}{2}} = 1 - \frac{2|A_R|}{\binom{n}{2}} = 1 - \frac{4|A_R|}{n(n-1)}. \quad (6)$$

Coefficiente de correlação τ_e de Kendall evolutivo. Levando em consideração o número de vezes que cada par de nós competem, define-se:

$$\tau_e(R) = 1 - \frac{2w(A_R^e)}{\binom{n}{2}(r-1)}, \quad (7)$$

em que $w(A_R^e)$ denota a soma de todos os pesos do gráfico de competitividade evolutivo, e o denominador $\binom{n}{2}(r-1)$ representa a soma sobre todos os possíveis links de seus possíveis pesos maiores. O Coeficiente de correlação τ_e de Kendall evolutivo de uma família de rankings está diretamente relacionado com a Média normalizada da força (NS):

$$\tau_e(R) = 1 - 2NS(R). \quad (8)$$

Diremos que R é mais competitivo que S no sentido do Coeficiente de correlação τ_e de Kendall evolutivo se $\tau_e(R) < \tau_e(S)$. Note que quanto menor for $\tau_e(R)$, maior será a competitividade de R .

2.5. Campeonato Brasileiro de Futebol

O Campeonato Brasileiro é um dos mais competitivos no mundo, pois nele participam times que já ganharam troféus do Campeonato Mundial de Clubes da FIFA e também da Copa Libertadores de América. A liga é composta por 20 times que competem em dois turnos (jogos de ida e volta), somando no total 38 jogos para cada time. É chamada de rodada um ciclo de jogos definidos no calendário pre-determinado.

Desde o ano 2003 este campeonato passou a ser jogado sobre o sistema de *pontos corridos*, que é um modelo em que não há uma etapa classificatória final, senão que o ranking é estabelecido por todos os pontos conquistados ao longo do campeonato. Os primeiros times na ordenação final (de maior a menor pontuação), se classificam automaticamente para disputar a Copa Libertadores e o seguinte grupo, classifica para disputar a copa Sul-Americana. Os quatro últimos colocados são desclassificados e passarão a disputar a segunda divisão, não podendo disputar a competição no ano seguinte. Os 4 primeiros classificados na disputa da segunda divisão do ano anterior terão de disputar a primeira divisão no ano corrente.

3. Método

Neste trabalho é analisada a competitividade do Campeonato Brasileiro de Futebol segundo as medidas descritas na Seção 2.4. Uma vez que a estrutura topológica dos grafos de competitividade é formada por nós (times), e arestas (troca de posições entre dois times), que apresentam características dinâmicas ao longo do período estudado, considera-se essa rede como sendo complexa.

Os dados das rodadas do Campeonato Brasileiro² foram extraídos para o período 2007 até 2015 e colocados em uma tabela em que as colunas indicam as rodadas, e as linhas as classificações dos times na rodada. As comparações entre rankings começaram a partir de quarta rodada, pois nas primeiras, há sempre um grupo de times que apresentam a mesma pontuação e posição mesmo depois de estabelecidos os critérios de desempate. Para processamento e apresentação dos resultados foram usados o pacote R³ e o Gephi⁴.

4. Resultados

Para cada ano analisado, os dados são dispostos de modo a observar as mudanças dos times nas posições do campeonato rodada após rodada. Na Tabela 1 é apresentada parte da série para o ano 2010 a partir da quarta rodada. Os resultados obtidos para cada uma das medidas de competitividade: grau médio normalizado (ND), Média normalizada da força (NS), Coeficiente de clusterização (C), Coeficiente de correlação de Kendall generalizado (τ) e o Coeficiente de correlação de Kendall evolutivo (τ_e) são mostrados na Tabela 2.

De acordo com as definições de competitividade, nem todas as medidas apresentam os mesmos resultados, no sentido delas indicarem o mesmo objeto como sendo ou o mais ou o menos competitivo. Pode ser observado na Tabela 2 que para todas as medidas o ano que o campeonato brasileiro foi mais competitivo foi o ano 2007, no entanto, para o ano menos competitivo houveram discordâncias entre as medidas, por exemplo ND e τ mostraram 2011 como o ano menos competitivo, NS e τ_e mostraram 2012 e C mostrou o ano 2015. Entretanto, os valores de NS para 2012 e 2011 são bem próximos, assim como os valores de C para 2015 e 2011. É importante ressaltar que em geral, as medidas que são geradas a partir do grafo de competitividade evolutivo (que é ponderado por pesos), tais como NS e τ_e são mais acuradas que as medidas geradas a partir do grafo de competitividade (que não é ponderado). No caso do ano menos competitivo, as duas medidas dependentes de ponderação (NS e τ_e) apresentaram o mesmo resultado.

²<http://futpedia.globo.com/campeonato/campeonato-brasileiro/>

³<https://www.r-project.org/>

⁴<https://gephi.org/>

Tabela 1. Parte dos dados do Campeonato Brasileiro de 2010

4	5	6	.....	36	37	38
Corinthians	Corinthians	Corinthians	.....	Fluminense	Fluminense	Fluminense
Santos	Ceara	Ceara	.....	Corinthians	Corinthians	Cruzeiro
Cruzeiro	Fluminense	Fluminense	.....	Cruzeiro	Cruzeiro	Corinthians
Ceara	Avai	Flamengo	.....	Gremio	Gremio	Gremio
Avai	Botafogo	Santos	.....	Atletico-PR	Botafogo	Atletico-PR
Botafogo	Sao Paulo	Cruzeiro	.....	Botafogo	Atletico-PR	Botafogo
Sao Paulo	Palmeiras	Guarani	.....	Santos	Santos	Internacional
Palmeiras	Santos	Botafogo	.....	Internacional	Internacional	Santos
Fluminense	Cruzeiro	Avai	.....	Sao Paulo	Sao Paulo	Sao Paulo
Atletico-MG	Internacional	Gremio	.....	Palmeiras	Palmeiras	Palmeiras
Flamengo	Atletico-MG	Sao Paulo	.....	Vasco	Ceara	Vasco
Guarani	Flamengo	Palmeiras	.....	Ceara	Vasco	Ceara
Gremio	Guarani	Goias	.....	Flamengo	Atletico-MG	Atletico-MG
Vitoria	Gremio	Atletico-PR	.....	Atletico-MG	Avai	Flamengo
Atletico-PR	Vitoria	Internacional	.....	Atletico-GO	Flamengo	Avai
Vasco	Vasco	Atletico-MG	.....	Avai	Atletico-GO	Atletico-GO
Internacional	Goias	Prudente	.....	Vitoria	Vitoria	Vitoria
Prudente	Atletico-PR	Vitoria	.....	Guarani	Guarani	Guarani
Atletico-GO	Prudente	Vasco	.....	Goias	Goias	Goias
Goias	Atletico-GO	Atletico-GO	.....	Prudente	Prudente	Prudente

Da mesma maneira como apresentado em [Criado et al. 2013], é possível também adicionar à tabela de medidas estáticas, gráficos que representem a evolução dos parâmetros ao longo das rodadas. Por meio desta estratégia, pode-se analisar se houve alguma flutuação exagerada da competitividade ao longo de algum dos torneios.

Tabela 2. Principais medidas de competitividade para o Campeonato Brasileiro

Medida	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ND	0,879	0,795	0,774	0,784	0,663	0,695	0,774	0,674	0,711
NS	0,088	0,073	0,071	0,074	0,060	0,059	0,083	0,075	0,062
C	0,919	0,896	0,860	0,865	0,799	0,841	0,875	0,798	0,797
τ	-0,758	-0,589	-0,547	-0,568	-0,326	-0,389	-0,547	-0,347	-0,421
τ_e	0,823	0,853	0,857	0,851	0,880	0,882	0,835	0,850	0,875

Nas Figuras 1 até 3 são apresentadas as medidas de competitividade para os Campeonatos Brasileiros desde o ano 2007 até 2015. Note que no início do campeonato, todos os times começam com 0 pontos, o que indica que nos primeiros jogos haverá muitos empates de pontuação e muita variabilidade provocada pelas grandes mudanças de posição entre os times. Devido a isso, as medidas para as primeiras 5 rodadas do campeonato não são apresentadas.

Na Figura 1 (esquerda), que representa o grau médio normalizado, é possível observar que o campeonato do ano 2007 foi mais competitivo de princípio a fim, da mesma forma, o campeonato de 2011 foi o menos competitivo para todas as rodadas. Os anos 2008, 2009, 2010 e 2013 apresentam valores de competitividade muito próximos principalmente ao final do campeonato (a partir da rodada 25).

A Figura 1 (direita) apresenta a média normalizada da força, que é uma medida de competitividade ponderada. Nela é possível observar que a partir da décima rodada,

o torneio de 2007 foi o mais competitivo até o fim. Desde a rodada 20 os campeonatos 2011 e 2012 são similares e são os menos competitivos.

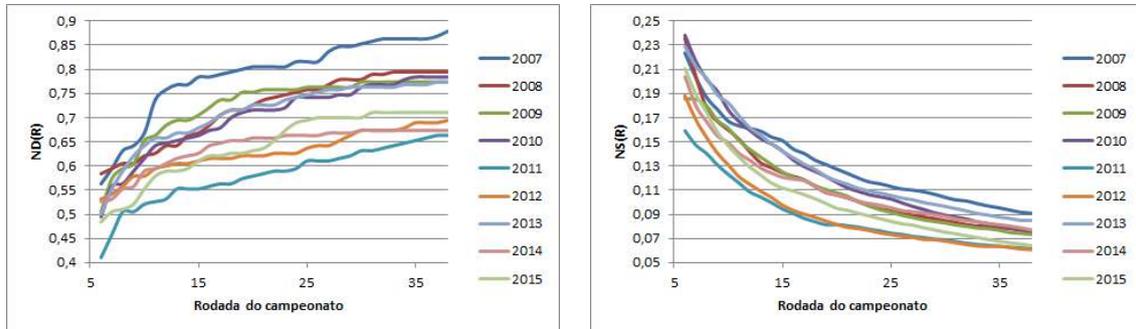


Figura 1. $ND R$ e $NS R$ para os Campeonatos Brasileiros desde 2007 até 2015

As Figuras 2 (esquerda) e (direita) mostram o coeficiente de correlação de Kendall generalizado e evolutivo, respectivamente. É possível ver que para todas as rodadas, os campeonatos de 2007 e 2011 foram o mais competitivo e o menos competitivo, respectivamente. O grupo de campeonatos 2008, 2009, 2010 e 2013 apresentam competitividade similar a partir da rodada 25.

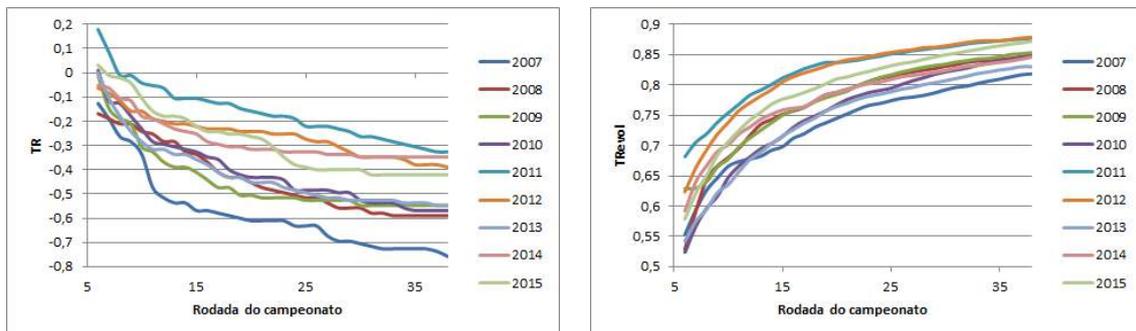


Figura 2. τR e $\tau_e R$ para os Campeonatos Brasileiros desde 2007 até 2015

A Figura 3 mostra o coeficiente de clusterização, nela observa-se também o campeonato 2007 como o mais competitivo desde a décima rodada e os campeonatos dos anos 2011 e 2015 como os menos competitivos a partir da rodada 15. Nesta figura, é claro observar que o campeonato de 2008 é o segundo mais competitivo.

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os grafos de competitividade do Campeonato Brasileiro de 2007 até 2012 e de 2013 até 2015, respectivamente. O tamanho do nó indica a maior ou menor quantidade de links gerados por esse nó. O tamanho do nó pode ser um indicativo de que o time foi muito bem no campeonato ou foi muito mal. Por exemplo, no grafo correspondente ao ano 2012 da Figura 4 é possível notar que os times Juventude e América-RN, são os que tem menor número de links e nesse ano foram rebaixados. Por outro lado o São Paulo apresenta também um número menor de links e foi o campeão desse ano. Para o ano 2011, pode se observar que o Clube Corinthians apresenta poucos links, indicando que foi consistentemente líder desse torneio conseguindo o campeonato. Já os times Avai e Atlético-PR, também tem poucos links indicando que sempre estiveram na parte de baixo da tabela, perdendo esse ano a categoria.

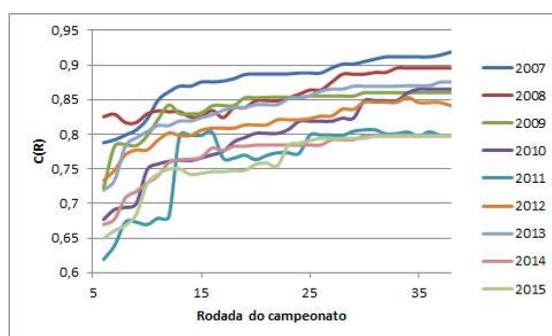


Figura 3. $C(R)$ para os Campeonatos Brasileiros desde 2007 até 2015

5. Trabalhos Correlatos

O desempenho econômico e esportivo da Liga Premier Inglesa, a liga com maior poder econômico do planeta, é analisado em [Barros and Leach 2006] e [Haas 2003]. A análise por envoltória de dados (em inglês Envelopment Analysis –DEA) é usada por [Barros and Leach 2006]. Essa análise é um procedimento não-paramétrico que compara uma unidade com uma fronteira eficiente usando indicadores de desempenho, sendo muito utilizada quando se investiga a eficiência de múltiplas entradas em múltiplas saídas. O enfoque econométrico de custos estocásticos é usado por [Dawson et al. 2000] e por [Barros and Leach 2007], em que supõe-se que uma estratégia adequada para alcançar uma fronteira de eficiência é enfrentar os custos dos insumos de entradas com as saídas de modo a maximizar os lucros.

De maneira similar, a eficiência e a competitividade das diferentes ligas europeias tem sido analisada. A Liga Espanhola de Futebol –que conta com os dois times mais populares no mundo– tem sido estudada utilizando DEA e modelos de fronteira estocástica em [Barros et al. 2009, Buraimoa and Simmons 2009, Boscá et al. 2009]. A Liga Italiana tem sido analisada por [Boscá et al. 2009]. Estes trabalhos visam analisar sob a perspectiva econômica, os diversos aspectos da competitividade dos times. Por outro lado, [Buraimoa and Simmons 2009] estuda o impacto da incerteza no resultado de um determinado jogo na Liga Espanhola em dois tipos de audiências, os que assistem ao jogo no estádio e os que assistem pela TV.

Em [Bowman et al. 2012] são descritas várias medidas de competitividade em rankings, baseadas na ideia de balanço competitivo e *spread* de pontos [Zimbalist 2002, Fort and Maxcy 2003, Lee 2010]. Na análise de balanço competitivo são abordadas as mudanças a longo prazo no equilíbrio competitivo, procurando examinar o impacto das mudanças na política das ligas e fatores econômicos externos no balanço competitivo. Uma das medidas é a razão entre o desvio padrão da porcentagem de vitórias e o desvio padrão idealizado de porcentagens de vitórias se todas as equipes tivessem igual capacidade competitiva.

O Campeonato Brasileiro de Futebol foi também estudado considerando diferentes aspectos. Em [Madalozzo and Villar 2009] são analisados os fatores que afetam a presença do público no estádio como o tipo de venda das entradas, a qualidade dos jogos, o desempenho dos times e a incerteza sobre o resultado do jogo quando isola uma determinada partida entre dois times, em jogos de ida ou de volta. Em [Barros et al. 2010], a

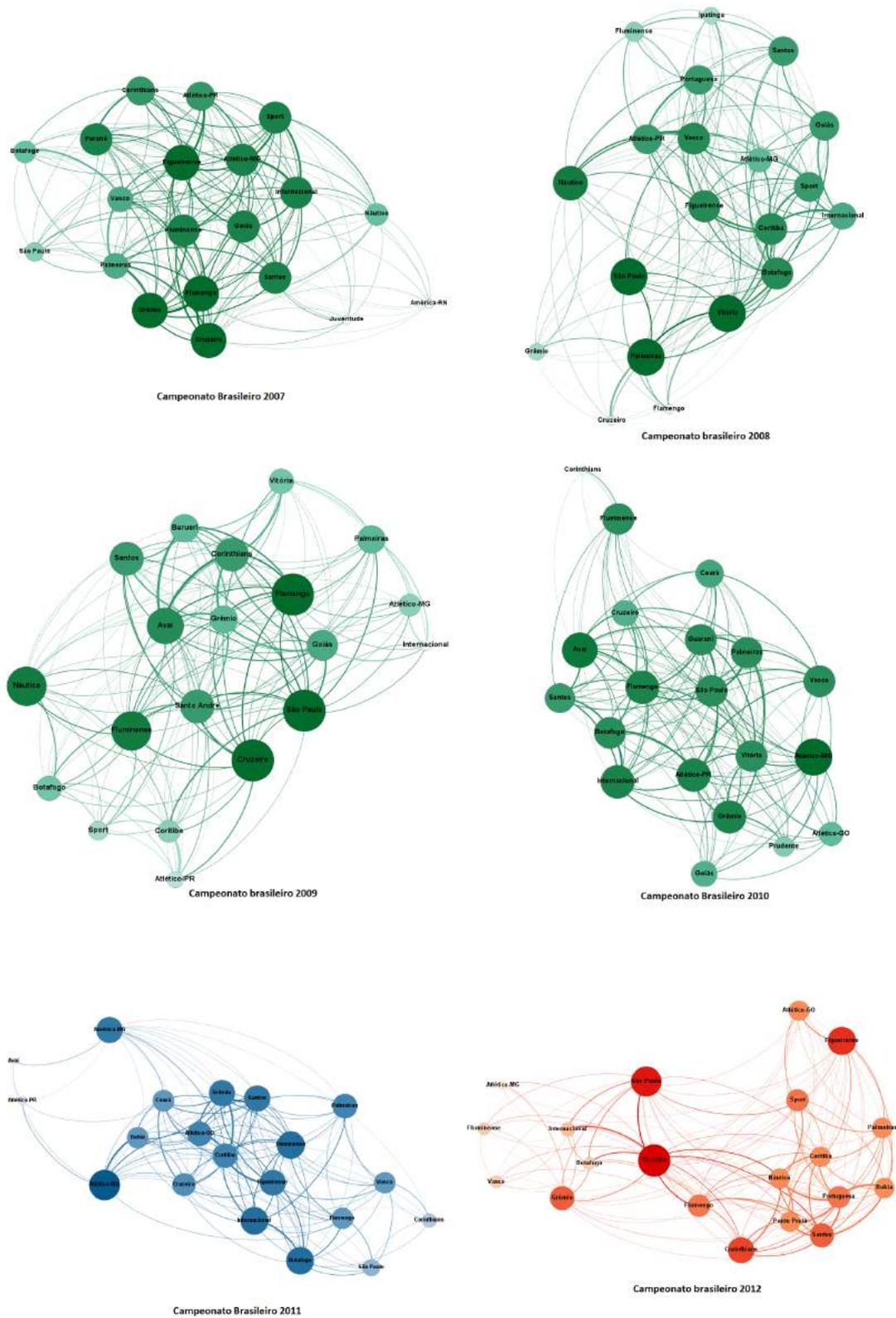


Figura 4. Grafos de competitividade do Campeonato Brasileiro de 2007 até 2012

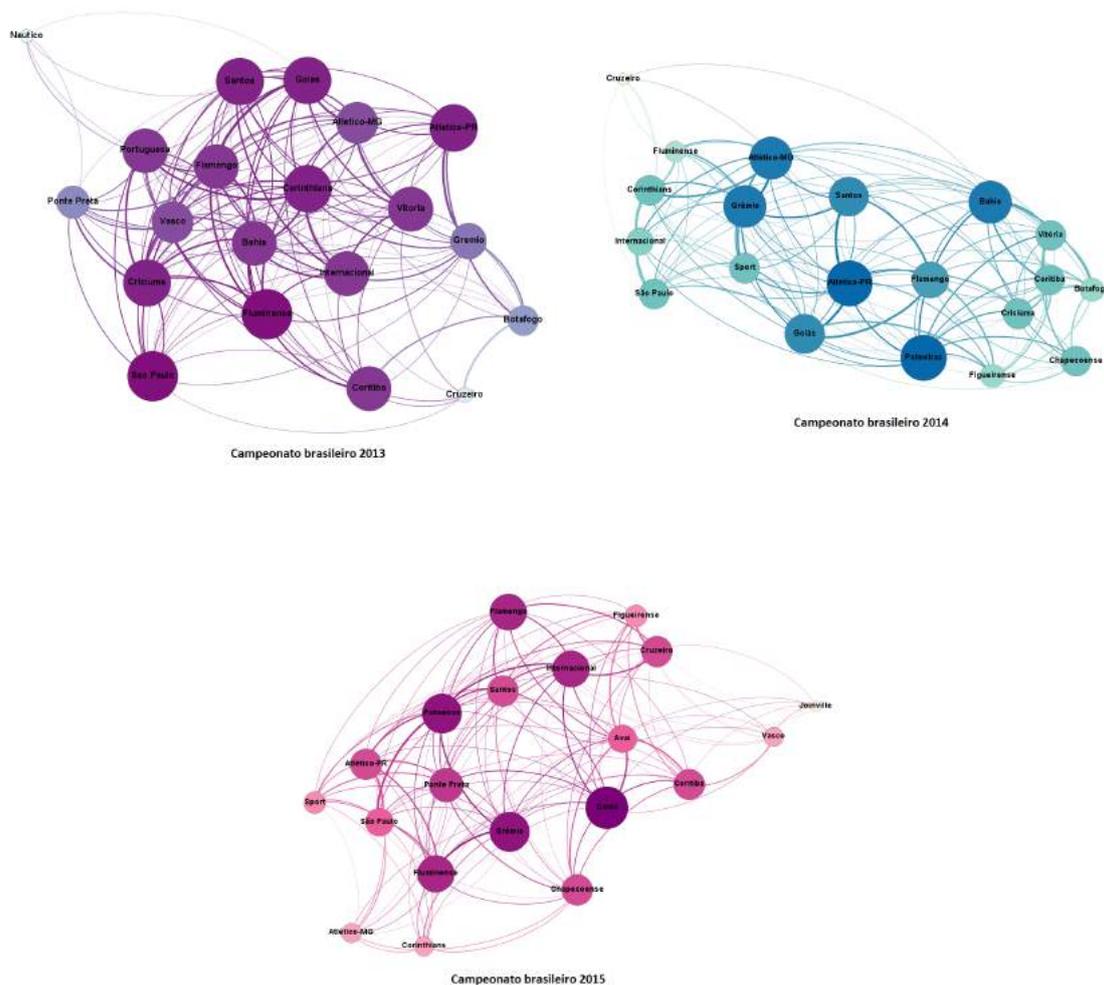


Figura 5. Grafos de competitividade do Campeonato Brasileiro de 2013 até 2015

eficiência técnica desde o ponto de vista da gestão econômica é observada e os autores utilizam o DEA para extrair as conclusões. Em [Gasparetto 2012] é observada a correlação positiva entre o investimento dos times na transferência de jogadores e o desempenho no torneio.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Os grafos de competitividade podem ser aplicados para analisar rankings ou classificações em que seja possível a representação do problema em forma de grafos dinâmicos. Neste trabalho diferentes medidas de competitividade foram aplicadas aos dados do Campeonato Brasileiro de Futebol e os resultados mostram que: (i) todas as medidas de competitividade concordaram em mostrar o ano 2007 como o anos mais competitivo no Campeonato Brasileiro de Futebol; (ii) as medidas associadas com grafos de competitividade evolutivos, isto é, NS e τ_e , concordaram em mostrar o ano 2012 como o ano de menor competitividade; e (iii) as medidas estudadas podem ser utilizadas para analisar a evolução

do processo de competitividade. No caso da aplicação estudada, é possível ver em qual parte do torneio aumentou o grau de competitividade.

Entre os trabalhos futuros a serem realizados estão o da definição da competitividade a partir de grafos bidirecionais e o cálculo das métricas a partir de ponderações do tamanho dos saltos. Os saltos que um objeto pode realizar em sucessivas classificações são de dois tipos, dentro de um grupo ou fora do grupo. Estas abordagens estão em andamento e os resultados preliminares mostram que o uso de grafos bidirecionais ponderados fornece melhores resultados.

Um conjunto de aplicações estão sendo elaboradas nas áreas de cientometria e bibliometria. Uma vez que é possível medir qualquer sistema de classificação dinâmico, pretende-se estudar as classificações universitárias e verificar se existe algum elemento de competitividade entre as universidades por áreas específicas, seja nos rankings mundiais ou nos resultados de patentes geradas.

Referências

- Barros, C. P., Assaf, A., and Sa-Earp, F. (2010). Brazilian football league technical efficiency: A simar and wilson approach. *Journal of Sports Economics*, 11(6):641–651.
- Barros, C. P., del Barrio, P. G., and Leach, S. (2009). Analysing the technical efficiency of the spanish football league first division with a random frontier model. *Journal of Sports Economics*, 41(25):3239–3247.
- Barros, C. P. and Leach, S. (2006). Performance evaluation of the english premier football league with data envelopment analysis. *Applied Economics*, 38(12):1449–1458.
- Barros, C. P. and Leach, S. (2007). Technical efficiency in the english football association premier league with a stochastic cost frontier. *Applied Economics Letters*, 14(10):731–741.
- Boscá, J. E., Liern, V., Martínez, A., and Sala, R. (2009). Increasing offensive or defensive efficiency? an analysis of italian and spanish football. *The International Journal of Management Science*, 37:63–78.
- Bowman, R. A., Lambrinos, J., and Ashman, T. (2012). Competitive balance in the eyes of the sports fan: Prospective measures using point spreads in the nfl and nba. *Journal of Sports Economics*, 14(5):498–520.
- Buraimoa, B. and Simmons, R. (2009). A tale of two audiences: Spectators, television viewers- and outcome uncertainty in spanish football. *Journal of Economics and Business* (2009), 61:326–338.
- Criado, R., García, E., Pedroche, F., and Romance, M. (2013). A new method for comparing rankings through complex networks: Model and analysis of competitiveness of major european soccer leagues. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 23(043114).
- Dawson, P., Dobson, S., and Gerrard, B. (2000). Stochastic frontiers and the temporal structure of managerial efficiency in english soccer. *Journal of Sports Economics*, 1(4):341–362.
- Fort, R. and Maxcy, J. (2003). Competitive balance in sports leagues: An introduction. *Journal of Sports Economics*, 4(3):154–160.

- Gasparetto, T. (2012). Relação entre custo operacional e desempenho esportivo: análise do campeonato brasileiro de futebol. *Rev Bras Futebol Jul-Dez; (2): 28-40*, 05(2):28–40.
- Haas, D. J. (2003). Productive efficiency of english football teams - a data envelopment analysis approach. *Managerial and Decision Economics*, 24:403–410.
- Lee, T. (2010). Competitive balance in the national football league after the 1993 collective bargaining agreement. *Journal of Sports Economics*, 11(1):77–88.
- Madalozzo, R. and Villar, R. B. (2009). Brazilian football: What brings fans to the game? *Journal of Sports Economics*, 10(6):639–650.
- Pedroche, F., Criado, R., Garcia, E., Romance, M., and Sanchez, V. E. (2015). Comparing séries of rankins with ties by using complex networks: An analysis of the spanish stock market (ibex-35 index). *Networks and Heterogeneous media*, 10(1):101–125.
- Zimbalist, A. S. (2002). Competitive balance in sports leagues: An introduction. *Journal of Sports Economics*, 3(2):111–121.