

Jogos cooperativos na gestão da cadeia de suprimentos

João B. G. Brito, *Esp.*
jbgb@uol.com.br

Michel J. Anzanello, *Phd*
michel.anzanello@gmail.com

24 de junho de 2016

Resumo

No ambiente da cadeia de suprimentos (CS) as decisões de cada organização tendem a refletir nos seus elos. A análise dessas interações é importante para avaliar a colaboração entre seus membros, sugerir acordos e buscar o equilíbrio mais rentável. O presente artigo busca a equalização da contribuição marginal em consonância com axiomas de justiça oferecidos pelo emprego da teoria dos jogos cooperativos (TJC). A proposta é oferecer uma solução computacional gratuita e *on-line* como interface de simulações do algoritmo *Shapley Value*. A aplicação dispõe de um mapa para apontar a geolocalização de cada membro; painel com ocorrências para informar a contribuição marginal de cada relação, e área de apresentação dos resultados. O *Shapley Value* retorna a razão justa de participação de cada componente na conjectura de todas as conexões — cooperações — possíveis. A proposta inicia com a apreciação dos conceitos da TJC na ambiência da Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS); o artigo aprofunda no estudo do método, e por fim, a lacuna é atendida pela implementação. A solução advém (adicionar os resultados). Conclui-se que a adoção do *Shapley Value* tem potencial de instrumentar apoio na definição de diretrizes da GCS, pois seu emprego oferece recursos para racionalizar relacionamentos, estratégias conflitantes e colaborativas.

Palavras-chave: Agentes da cadeia de suprimentos. Otimização. Teoria dos Jogos. Shapley value.

Introdução

Na profusão do mundo profissional organizações deparam-se com decisões difíceis de serem tomadas, tanto pela importância de suas consequências, quanto pelos resultados, muitas vezes, incertos (BEKMAN; NETO, 2009). Silver (2012) destaca que a incerteza¹ é usualmente interpretada como risco² — uma imprecisão mensurável; Tversky (1972) é remissivo ao uso da intuição em cenários de incerteza, um artifício comum no processo de eliminação³ de opções, e para Mlodinow (2009), tomar decisões e realizar avaliações sábias sobre condições de incerteza é uma habilidade rara. Porém, como qualquer habilidade, pode ser aperfeiçoada.

¹ Incerteza é o risco difícil de aferir (SILVER, 2012).

² Risco, conforme Knight (1921), é algo em que você pode colocar um preço.

³ Escolhas são analisadas como um probabilístico processo de sucessivas eliminações (TVERSKY, 1972).

Na busca do julgamento perfeito, [Condorcet \(1785\)](#) formaliza o primeiro método de decisão ótima, utilizando probabilidade para quantificar opções. [Davenport e Harris \(2007\)](#) enfatizam o uso de ferramentas analíticas e de tomada de decisão para reduzir incertezas, agregar racionalidade e obter inteligência competitiva. Mas, para [Kahneman \(2012\)](#), apesar de as pessoas em geral serem racionais, com decisões lógicas e sensatas, emoções como medo, apego e ódio explicam na maioria dos casos a irracionalidade das escolhas. Para [Ariely \(2009\)](#), essa conduta define o conceito de economia comportamental, que considera como as pessoas se comportam e não como deveriam se comportar.

É natural do ser humano estabelecer comparações para fundamentar suas decisões, sendo influenciado por forças racionais. Entretanto, as pessoas nem sempre são tão racionais, existindo diversas situações em que podemos contar com sua previsível irracionalidade ([ARIELY, 2012](#)). À vista disso, [Mesquita \(2009b\)](#) defende o uso de ferramentas matemáticas que equacionem a predição de eventos de interação. Assim, introduz o uso da teoria dos jogos como mecanismo para entender comportamentos ([MESQUITA, 2009a](#), min. 2:17–2:37).

Originalmente estabelecida em 1838 por [Cournot](#) a teoria alçou proeminência a partir do livro *The Theory of Games and Economic Behavior* de [Neumann e Morgenstern \(1947\)](#) que formalizou modelos matemáticos para estudo do comportamento econômico, nas interações entre agentes, em cenários de conflito ou cooperação. Transcendendo o ramo econômico, a teoria dos jogos ganhou aplicações em diversas áreas como: militar ([HAYWOOD, 1954](#); [RAND, 2004](#)), jurídica ([ROSA, 2014](#)), biológica ([SMITH, 1982](#)), filosófica ([LEWIS, 2002](#)) e política ([LEVY; RAZIN, 2003](#)).

No ambiente empresarial [Golden e Dollinger \(1993\)](#) discutem a aplicação da teoria dos jogos em alianças de cooperação e competições estratégicas e [Wang \(2007\)](#) destaca sua adoção como uma ferramenta de apoio para selecionar estratégias. [Lygero, Godbole e Sastry \(1996\)](#) utilizam modelos da teoria para desenvolver controles híbridos em sistemas complexos, [Shen \(2002\)](#) emprega a teoria para decisões de programação em ambiente de produção e [Huang e Li \(2001\)](#) utiliza abordagem na paridade das relações de publicidade da cadeia de suprimentos fabricante–varejista.

Para [Campos \(2012\)](#) não é raro que a aplicação dos conceitos de cadeia de suprimentos e logística⁴ ocorra em um contexto multidisciplinar incorporando conhecimentos das áreas de custo, informática, estatística e matemática. [Ayers \(2006\)](#) delinea uma cadeia de suprimentos como um conjunto de empresas e pessoas que se relacionam trocando informações e produtos. Já o processo de GCS compreende atividades de decisão relacionadas à organização deste ambiente ([FREDENDALL, 2001](#)) e abrange planejamento, controle e coordenação dos canais de distribuição (fornecedores, prestadores de serviço, intermediários, clientes) ([PANITZ, 2007](#)). No âmbito dessa conjuntura, a chave da cooperação entre empresas está em conseguir a unidade de motivação pelo alinhamento de incentivos ([CAO; ZHANG, 2012](#)).

Uma cadeia de suprimentos é beneficiada pela colaboração entre seus membros, que pode ocorrer pelo compartilhamento de informações, conhecimentos, custos, riscos e recompensas ([SIMATUPANG; SRIDHARAN, 2002](#)). Mesmo que as organizações constituam unidades autônomas, temos uma sequência ou rede de relações interdependentes que pode promover alianças estratégicas ([CHEN; PAULRAJ, 2004](#)). Em geral, a cooperação vem ganhando cada vez mais importância, principalmente em redes de alta complexidade ([DRECHSEL, 2010](#)) onde as decisões de cada um dos membros (agentes) afetam nas decisões dos demais e o acordo entre os agentes é a base da cooperação ([YOUNG, 1994](#)).

⁴ Logística é arte e ciência de mover as coisas de um lugar para outro e armazená-las ao longo do caminho ([FAWCETT, 2000](#), p. 370).

Estudos sobre a aplicação da teoria dos jogos cooperativos no GCS versam como principal questão o gerenciamento harmonioso das decisões entre os elos da cadeia (DOBOS; PINTÉR, 2010). O pressuposto está na existência de uma estrutura comum entre agentes na qual o ganho ou custo seja compartilhado, seguindo critérios de justiça definidos por axiomas (BEZERRA; GRANDE; SILVA, 2009). Brink (2002) caracteriza a propriedade de justiça e eficiência pelo modelo de jogo cooperativo *Shapley Value*.

Introduzido em 1952 por Shapley, os mais recentes estudos do método — análogo ou no domínio do GCS — abarcam soluções nas ambiências do desenvolvimento sustentável (BAKR; CRANFIELD, 2015), Internet das Coisas (MILITANO et al., 2016; KIM, 2016), redes sociais (KIM, 2016), distribuição de lucros⁵ (ZHUANG; MA, 2016), gerenciamento de projetos (DING et al., 2016), análise de impacto econômico⁶ (LIU; WILSON; LUO, 2016), grafos⁷ (KHMELNITSKAYA, 2016), estudos na alocação de custos para *e-commerce* (DONG; WU; LI, 2016), logística (De Vos; RAA, 2016), cooperação vertical e horizontal⁸ no gerenciamento de inventário e transporte (De Vos; RAA, 2016; LU; BOCK, 2016).

O presente artigo é uma abordagem sobre a execução do modelo *Shapley Value* para equacionar a contribuição marginal entre agentes de uma CS. A precípua está no rateio do custo rodoviário itinerário — comensurado em Km. Considerando uma hipotética coalizão formada por três fornecedores, adiciona-se indivíduos, um de cada vez, dando a cada um uma contribuição marginal $v(S \cup \{i\}) - v(S)$ para S indivíduos. Na medida em que os custos são ponderados atinge-se uma noção de justiça. A seção 1 estrutura a narrativa do caso de estudo. Na seção 2 estudam-se os conceitos da teoria, na ambiência do cenário fictício. A seção 3 implementa o algoritmo na linguagem R⁹ — viabilizando futuras simulações. Ademais, a seção 4 retoma a proposta adicionando um parecer de conclusão; e, em fim, a seção 5 projetar novas lacunas com enlace para investigações em trabalhos futuros.

1 Estudo de caso

⁵ Pesquisa sobre distribuição de lucros no [Campus Express Alliance](#).

⁶ Impacto da expansão do [Canal do Panamá](#) no mercado de contêineres.

⁷ Relação entre elementos de um conjunto (DEZA; DEZA, 2014) — interação dos agentes em uma coalizão.

⁸ [Lu e Bock](#) relatam um estudo de caso de cooperação logística horizontal no setor das frutas e produtos hortícolas frescos.

⁹ R Development Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2016. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.

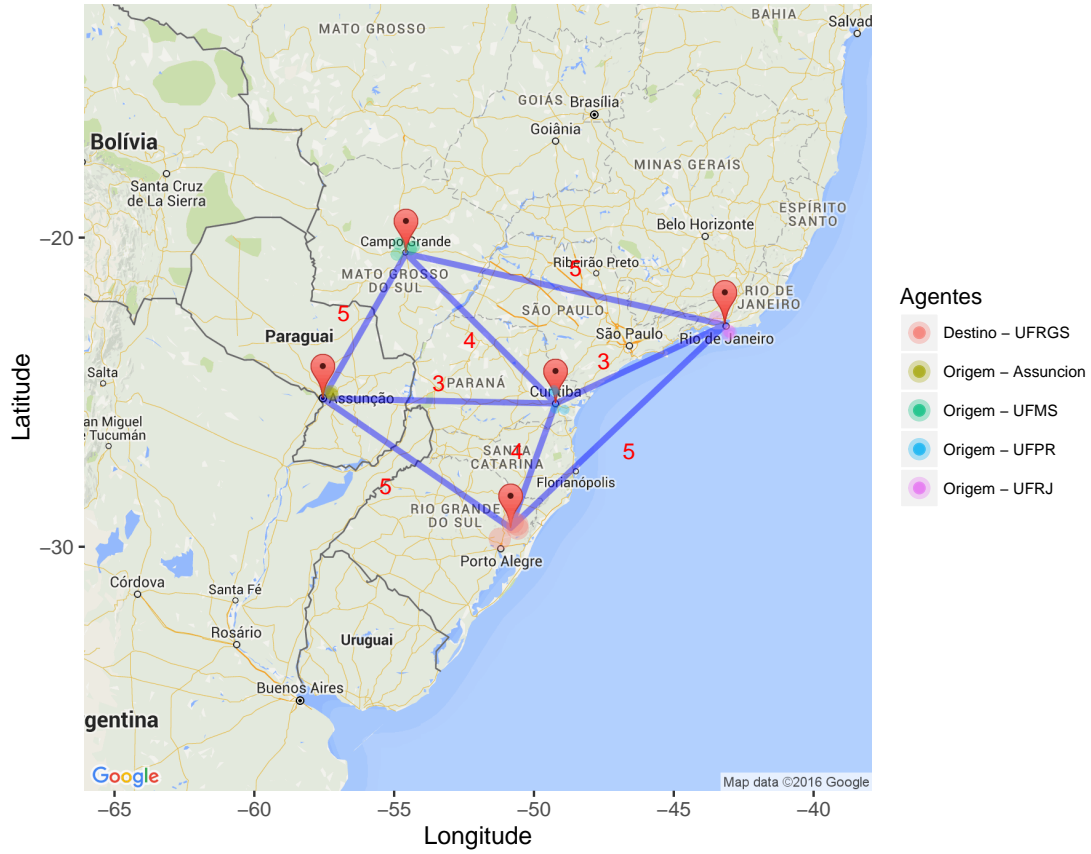


Figura 1 – Custo dos itinerários

Tabela 1 – Tabela de combinações de agentes e custo

S	\emptyset	$\{1\}$	$\{2\}$	$\{3\}$	$\{1,2\}$	$\{1,3\}$	$\{2,3\}$	$\{1,2,3\}$	N
$v(S)$	0	5	8	5	10	10	10	14	14

2 Shapley Value

2.1 Conceito

Sendo $\forall S \neq \emptyset$ e $S \subset N$

$$\varphi_i = \sum_{S \subset N} \frac{(|S| - 1)!(n - |S|)!}{n!} [v(S) - v(S - i)] \quad (1)$$

Shapley axiomas para $\varphi(v)$

1. **Eficiência:** Toda alocação é distribuída sem desperdício $\sum_{i \in N} \varphi_i(v) = v(N)$.
2. **Simetria:** Se i e j são tal que $v(S \cup \{i\}) = v(S \cup \{j\})$ para cada coalisão S não contenha i e j , então $\varphi_i(v) = \varphi_j(v)$
3. **Linearidade:** Se dois agentes em uma coalisão, descritos pelas funções de ganho $\phi_i(v)$ e $\phi_i(w)$, são combinados, então os ganhos são correspondentes $\phi_i(v + w) = \phi_i(v) + \phi_i(w)$.
4. **Zero jogador:** Quando um jogador não contribui na cooperação sua alocação é nula.

2.2 Aplicação no estudo de caso

Para $i = 1$.

$$x_{[1]} = \frac{0!2!}{3!} (c(\{1\}) - c(\emptyset)) + \frac{1!1!}{3!} (c(\{1,2\}) - c(\{2\})) + \frac{1!1!}{3!} (c(\{1,3\}) - c(\{3\})) + \frac{2!0!}{3!} (c(\{1,2,3\}) - c(\{2,3\})) \quad (2a)$$

\therefore

$$x_{[1]} = \frac{2}{6} (c(\{5-0\})) + \frac{1}{6} (c(\{10-8\})) + \frac{1}{6} (c(\{10-5\})) + \frac{2}{6} (c(\{14-10\})) \quad (2b)$$

\therefore

$$x_{[1]} = \frac{25}{6} \cong 4,1667 \quad (2c)$$

Para $i = 2$.

$$x_{[2]} = \frac{0!2!}{3!} (c(\{2\}) - c(\emptyset)) + \frac{1!1!}{3!} (c(\{1,2\}) - c(\{1\})) + \frac{1!1!}{3!} (c(\{2,3\}) - c(\{3\})) + \frac{2!0!}{3!} (c(\{1,2,3\}) - c(\{1,3\})) \quad (3a)$$

\therefore

$$x_{[2]} = \frac{2}{6} (c(\{8-0\})) + \frac{1}{6} (c(\{10-5\})) + \frac{1}{6} (c(\{10-5\})) + \frac{2}{6} (c(\{14-10\})) \quad (3b)$$

\therefore

$$x_{[2]} = \frac{34}{6} \cong 5,6667 \quad (3c)$$

Para $i = 3$.

$$x_{[3]} = \frac{0!2!}{3!} (c(\{3\}) - c(\emptyset)) + \frac{1!1!}{3!} (c(\{1,3\}) - c(\{1\})) + \frac{1!1!}{3!} (c(\{2,3\}) - c(\{2\})) + \frac{2!0!}{3!} (c(\{1,2,3\}) - c(\{1,2\})) \quad (4a)$$

\therefore

$$x_{[3]} = \frac{2}{6} (c(\{5-0\})) + \frac{1}{6} (c(\{10-5\})) + \frac{1}{6} (c(\{10-8\})) + \frac{2}{6} (c(\{14-10\})) \quad (4b)$$

\therefore

$$x_{[3]} = \frac{25}{6} \cong 4,1667 \quad (4c)$$

A solução para o vetor x é:

$$x = \left(\frac{25}{6}; \frac{34}{6}; \frac{25}{6} \right) \quad (5)$$

\therefore

$$x \cong (4, 1667; 5, 6667; 4, 1667) \quad (6)$$

Onde:

$$x = \left(\frac{25}{6} + \frac{34}{6} + \frac{25}{6} \right) \quad (7)$$

\therefore

$$\sum_{i=1}^3 x_i = 14 = c(N) \quad (8)$$

2.3 Implementação computacional para o estudo de caso

...linguagem R e pacotes da seção...

- R: A Language and Environment for Statistical Computing ([R Development Core Team, 2016](#))
- scales: Scale Functions for Visualization ([WICKHAM, 2015](#))
- ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis ([WICKHAM, 2009](#))

3 Algoritmo

```
# Define os custos de coalisoas
coalisoasAgentes <- c(5, 8, 5, 10, 10, 10, 14)

# Nomes dos agentes/jogadores
nomesAgentes <- c('[1] Origem - Assuncion', '[2] Origem - UFMS', '[3] Origem - UFRJ')

# Define jogo com tres jogadores/agentes
definicaoJogo <- DefineGame(3, coalisoasAgentes)

# Demonstra as coalisoas e respectivos custos
summary(definicaoJogo)
##
## Characteristic form of the game
##
## Number of agents: 3
##
## Coaliton Value(s)
##
##      v(i)
## 1      5
## 2      8
## 3      5
```

```
## 12    10
## 13    10
## 23    10
## 123   14
# Calcula o Shapley Value
shapleyValue <- ShapleyValue(x = definicaoJogo,
                             Names = nomesAgentes)
# Guarda o resultado
shapleyValue <- summary(shapleyValue)
##
## Shapley Value for the given game
##
##                               Shapley Value
## [1] Origem - Assuncion        4.166667
## [2] Origem - UFMS            5.666667
## [3] Origem - UFRJ           4.166667
```

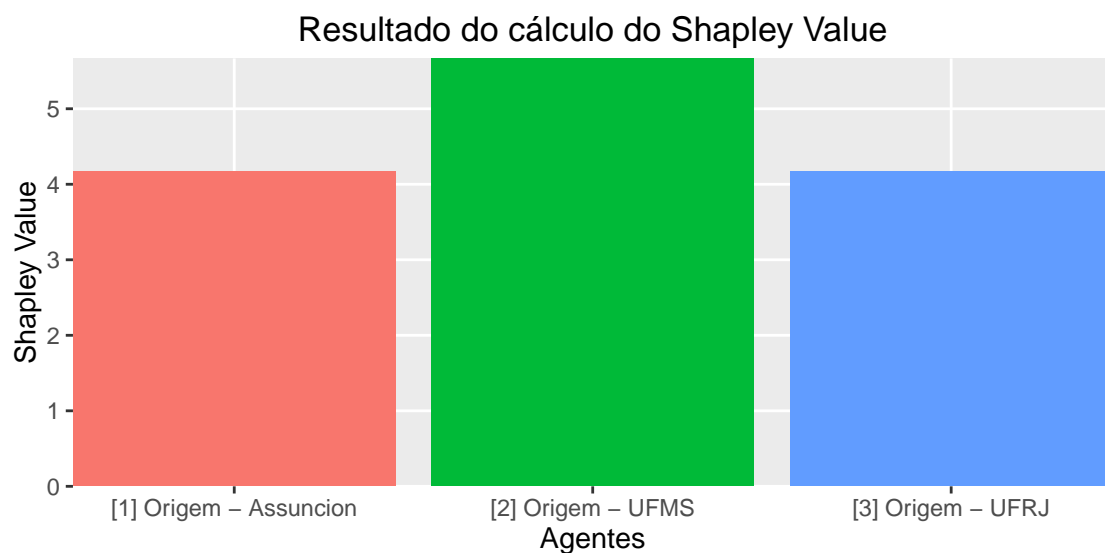


Figura 2 – Cálculo do Shapley Value

...seguem referências para completar seção...

- Aircraft Landing Fees: A Game Theory Approach ([LITTLECHILD; THOMPSON, 1977](#))
- The Shapley value: essays in honor of Lloyd S. Shapley ([ROTH, 1988](#))
- Lloyd Shapley's Matching and Game Theory ([SERRANO, 2013](#))
- Cooperative Game Theory and Applications: Cooperative Games Arising from Combinatorial Optimization Problems ([CURIÉL, 1997](#))
- On axiomatizations of the Shapley value for assignment games ([BRINK; PINTÉR, 2015](#))

4 Conclusão

Podemos ter uma consciência difusa dos demônios que nos espreitam lá fora. Podemos até estar bastante preocupados com eles. Mas, na realidade, não temos ideia de quantos são e de quando podem atacar ([SILVER, 2012](#)).

[...] toda medição e todo número do mundo real tem um quê de imprecisão, de incerteza. Trata-se de um reflexo imperfeito da realidade. Números são sempre impuros: uma mescla de verdade, erro e incerteza ([SEIFE, 2012](#)).

[...] os objetos primários de nossas percepções morais são as ações de outros homens; além disso, nossos juízos morais sobre nossa própria conduta são apenas aplicações, sobre nós mesmos, de decisões já proferidas a respeito da conduta do nosso próximo ([SMITH, 1999](#)).

A teoria dos jogos parte do ponto que as pessoas estão buscando o que é bom para elas. O que não parece ser tão chocante embora controverso para muitas pessoas: somos interessados em nós mesmos. E para buscar o que é melhor para si ou o que imaginamos ser melhor, as pessoas têm valores — elas identificam o que querem e o que não querem ([MESQUITA, 2009a](#), min. 2:17–2:37).

As paixões podem nos motivar a agir, mas nem sempre são suficientes para prevalecer sobre todas as razões; da mesma forma, as razões, sozinhas, não são tão fortes que garantam que uma ação aconteça. Algumas vezes é preciso um **acordo** para resolver os nossos dilemas do prisioneiro *internos*, o que envolve a possibilidade de cooperação na escolha que temos de fazer ao longo do tempo entre "prêmios", tais como recompensas, punições e sentimentos de culpa ([PIMENTEL, 2007](#), p. 132).

...seguem referências para completar seção...

- O andar do bêbado ([MLODINOW, 2009](#))
- Os números (não) mentem: Como a matemática pode ser usada para enganar você ([SEIFE, 2012](#))
- O sinal e o ruído ([SILVER, 2012](#))
- Rápido e devagar: Duas formas de pensar ([KAHNEMAN, 2012](#))
- Subliminar: Como o inconsciente influencia nossas vidas ([MLODINOW, 2013](#))
- O poder do hábito: Por que fazemos o que fazemos na vida e nos negócios ([DUHIGG, 2012](#))
- O sinal e o ruído ([SILVER, 2012](#))

5 Trabalhos futuros

...seguem referências para completar seção...

- Games with incomplete information played by "Bayesian" players part II. Bayesian equilibrium points ([HARSANYI, 1968](#))

- Equilibrium points in n-person games (NASH, 1950)
- Two-person cooperative games (NASH, 1953)
- Quantum games (FIGUEIREDO, 2004)
- Quantum games and quantum strategies (EISERT; WILKENS; LEWENSTEIN, 1999)
- Nash equilibria in quantum games with generalized two-parameter strategies (FLITNEY; HOLLENBERG, 2007)
- Quantum cooperative games (IQBAL; TOOR, 2002),(??)
- A probabilistic approach to quantum Bayesian games of incomplete information (IQBAL et al., 2014)
- Social optimality in quantum Bayesian games (IQBAL; CHAPPELL; ABBOTT, 2015)

Referências

ARIELY, D. *Predictably Irrational: The Hidden Forces that Shape Our Decisions*. [S.l.]: HarperCollins Publishers, 2009. ISBN 9780007319923. Citado na página 2.

ARIELY, D. *The (Honest) Truth About Dishonesty: How we lie to everyone – especially ourselves*. [S.l.]: HarperCollins Publishers, 2012. ISBN 9780007477340. Citado na página 2.

AYERS, J. B. *Handbook of Supply Chain Management*. 2. ed. [S.l.]: Auerbach Publications, 2006. ISBN 9781420013009. Citado na página 2.

BAKR, S.; CRANFIELD, S. Using the shapley value for fair consumer compensation in energy demand response programs: Comparing algorithms. In: _____. *IEEE 2015 IEEE International Conference on Data Science and Data Intensive Systems (DSDIS)*. [S.l.: s.n.], 2015. ISBN 978-1-5090-0214-6. Citado na página 3.

BEKMAN, O. R.; NETO, P. L. O. C. Análise estatística da decisão. In: _____. 2. ed. São Paulo, Brasil: Blucher, 2009. cap. Introdução à teoria dos jogos, p. 122–140. ISBN 978-85-212-0468-8. Citado na página 1.

BEZERRA, F. A.; GRANDE, J. F.; SILVA, A. J. da. Análise e caracterização de modelos de custos que utilizam o valor de shapley para alocação de custos entre departamentos. *Gestão & Produção*, SciELO - Scientific Electronic Library Online, São Paulo, Brasil, v. 16, p. 74–84, 03 2009. ISSN 0104-530X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000100008&nrm=iso>. Citado na página 3.

BRINK, R. van den. An axiomatization of the shapley value using a fairness property. *International Journal of Game Theory*, Springer-Verlag, v. 30, 03 2002. Citado na página 3.

BRINK, R. van den; PINTÉR, M. On axiomatizations of the shapley value for assignment games. *Journal of Mathematical Economics*, v. 60, p. 110–114, 10 2015. ISSN 0304-4068. Citado na página 7.

CAMPOS, A. J. C. *A Gestão da Cadeia de Suprimentos*. Curitiba, PR: Iesde Brasil SA, 2012. ISBN 978-85-387-2843-6. Citado na página 2.

CAO, M.; ZHANG, Q. *Supply Chain Collaboration: Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture*. [S.l.]: Springer London, 2012. ISBN 9781447145905. Citado na página 2.

CHEN, I. J.; PAULRAJ, A. Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. *Journal of Operations Management*, Elsevier Science, v. 22, 2004. Citado na página 2.

CONDORCET, M. J. A. N. C. *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*. Paris, França: A Paris: de l'Imprimerie royale, 1785. Disponível em: <<http://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/1175327>>. Citado na página 2.

COURNOT, A. *Principes Mathématiques: Théorie des richesses*. Paris, France: Chez L. Hachette – Libraire de l'université Royale de France, 1838. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6117257c/f10.item.zoom>>. Citado na página 2.

CURIEL, I. *Cooperative Game Theory and Applications: Cooperative Games Arising from Combinatorial Optimization Problems*. [S.l.]: Springer Science+Business Media Dordrecht, 1997. v. 16. ISBN 9781475748710. Citado na página 7.

DAVENPORT, T. H.; HARRIS, J. G. *Competing on Analytics*. [S.l.]: Harvard Business Review Press, 2007. ISBN 9781422156308. Citado na página 2.

De Vos, B.; RAA, B. Vertical and horizontal collaboration in inventory and transportation. In: _____. *Computational Management Science*. Springer International Publishing, 2016. (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, v. 682), p. 99–104. ISBN 978-3-319-20430-7. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-20430-7_13>. Citado na página 3.

DEZA, M. M.; DEZA, E. Distances in graph theory. In: _____. *Encyclopedia of Distances*. 3. ed. Paris, France: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. cap. 15, p. 275–307. ISBN 978-3-662-44341-5. Citado na página 3.

DING, H. et al. Game analysis and benefit allocation in international projects among owner, supervisor and contractor. *International Journal of General Systems*, Taylor and Francis Group, 03 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03081079.2015.1086575>>. Citado na página 3.

DOBOS, I.; PINTÉR, M. Cooperation in supply chains: A cooperative game theoretic analysis. Budapest, Hungary, 09 2010. ISSN 1786–3031. Citado na página 3.

DONG, M.; WU, A. ping; LI, H. Studying cost allocation in joint distribution for e-commerce: A small to medium size logistic firm's perspective. In: _____. *Proceedings of the 22nd International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2015: Core Theory and Applications of Industrial Engineering (Volume 1)*. Paris, France: Atlantis Press, 2016. p. 379–385. ISBN 978-94-6239-180-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2991/978-94-6239-180-2_37>. Citado na página 3.

DRECHSEL, J. *Cooperative Lot Sizing Games in Supply Chains*. Springer Berlin Heidelberg, 2010. ISBN 9783642137259. Disponível em: <<http://www.springer.com/us/book/9783642137242>>. Citado na página 2.

DUHIGG, C. *O poder do hábito: Por que fazemos o que fazemos na vida e nos negócios*. [S.l.]: Companhia das Letras, 2012. ISBN 9788539004256. Citado na página 8.

EISERT, J.; WILKENS, M.; LEWENSTEIN, M. Quantum games and quantum strategies. *Physical Review Letters*, APS, v. 83, n. 15, p. 3077, 1999. Citado na página 9.

FAWCETT, S. E. Logistics: Meeting customers' real needs. In: _____. *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Norwell, Massachusetts, USA: Kluwer Academic Publishers, 2000. (Encyclopedia of Production and Manufacturing Management), cap. L, p. 370–381. ISBN 9780792386308. Citado na página 2.

FIGUEIREDO, J. M. A. F. Quantum games. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Elsevier Science, v. 335, 2004. Citado na página 9.

FLITNEY, A. P.; HOLLENBERG, L. C. Nash equilibria in quantum games with generalized two-parameter strategies. *Physics Letters A*, Elsevier Science, v. 363, 2007. Citado na página 9.

FREDENDALL, L. D. *Basics of Supply Chain Management*. [S.l.]: CRC Press, 2001. ISBN 9781420025767. Citado na página 2.

GOLDEN, P. A.; DOLLINGER, M. Cooperative alliances and competitive strategies in small manufacturing firms. *Entrepreneurship: Theory and Practice*, Baylor University, v. 17, n. 4, p. 43–57, 1993. Citado na página 2.

HARSANYI, J. C. Games with incomplete information played by "bayesian" players part ii. bayesian equilibrium points. *Management Science*, INFORMS, University of Maryland, USA, v. 14, n. 5, p. 320–334, 1968. Citado na página 8.

HAYWOOD, O. G. Military decision and game theory. *Journal of the Operations Research Society of America*, INFORMS, London, UK, v. 2, n. 4, p. 365–385, 1954. ISSN 00963984. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/166693?seq=1#page_scan_tab_contents>. Citado na página 2.

HUANG, Z.; LI, S. X. Co-op advertising models in manufacturer–retailer supply chains: A game theory approach. *European Journal of Operational Research*, Elsevier Science, v. 135, 2001. Citado na página 2.

IQBAL, A.; CHAPPELL, J. M.; ABBOTT, D. Social optimality in quantum bayesian games. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Elsevier Science, v. 436, 10 2015. Citado na página 9.

IQBAL, A. et al. A probabilistic approach to quantum bayesian games of incomplete information. *Quantum Information Processing*, Springer US, v. 13, 12 2014. Citado na página 9.

IQBAL, A.; TOOR, A. Quantum cooperative games. *Physics Letters A*, Elsevier Science, v. 293, 2002. Citado na página 9.

KAHNEMAN, D. *Rápido e devagar: Duas formas de pensar*. [S.l.]: Companhia das Letras, 2012. ISBN 9788539004010. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 8.

KHMELNITSKAYA, A. The shapley value for directed graph games. *Operations Research Letters*, Elsevier Science, v. 44, 01 2016. Citado na página 3.

KIM, S. Asymptotic shapley value based resource allocation scheme for iot services. *Computer Networks*, Elsevier Science, v. 100, 05 2016. Citado na página 3.

KNIGHT, F. H. *Risk, Uncertainty and Profit*. New York, EUA: Houghton Mifflin Company, 1921. Citado na página 1.

LEVY, G.; RAZIN, R. It takes two: An explanation of the democratic peace. Centre for Economic Policy Research – CEPR, London, UK, n. 3947, 2003. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=433844>. Citado na página 2.

LEWIS, D. *Convention: A philosophical study*. Oxford, UK: Blackwell Publishers, 2002. ISBN 978-0-631-23256-8. Citado na página 2.

LITTLECHILD, S. C.; THOMPSON, G. F. Aircraft landing fees: A game theory approach. *The Bell Journal of Economics*, The RAND Corporation, v. 8, 1977. Citado na página 7.

LIU, Q.; WILSON, W. W.; LUO, M. The impact of panama canal expansion on the container-shipping market: a cooperative game theory approach. *Maritime Policy & Management*, Taylor and Francis Group, v. 43, 02 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03088839.2015.1131863>>. Citado na página 3.

Gain sharing in horizontal logistic co-operation: A case study in the fresh fruit and vegetables sector. In: LU, M.; BOCK, J. D. (Ed.). *Sustainable Logistics and Supply Chains: Innovations and Integral Approaches*. Springer International Publishing, 2016. (Contributions to Management Science), p. 75–89. ISBN 978-3-319-17419-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-17419-8_4>. Citado na página 3.

LYGERO, J.; GODBOLE, D. N.; SASTRY, S. Multiagent hybrid system design using game theory and optimal control. In: . [S.l.]: Proceedings of the 35th — Conference on Decision and Control, 1996. v. 2. ISBN 0-7803-3590-2. Citado na página 2.

MESQUITA, B. B. de. *A prediction for the future of Iran*. Long Beach, California, USA: TED Conferences, 2009. On-line. 18:55 min. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/bruce_bueno_de_mesquita_predicts_iran_s_future?language=pt-br#t-144952>. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 8.

MESQUITA, B. B. de. *The Predictioneer's Game: Using the logic of brazen self-interest to see and shape the future*. [S.l.]: Random House Publishing Group, 2009. ISBN 9781588369086. Citado na página 2.

MILITANO, L. et al. Enhancing the navigability in a social network of smart objects: A shapley-value based approach. *Computer Networks*, Elsevier Science, v. 103, p. 1–14, 2016. ISSN 1389-1286. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128616300743>>. Citado na página 3.

MLODINOW, L. *O andar do bêbado: Como o acaso determina nossas vidas*. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 2009. ISBN 9788537801550. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 8.

MLODINOW, L. *Subliminar: Como o inconsciente influencia nossas vidas*. [S.l.]: Zahar, 2013. ISBN 9788537810538. Citado na página 8.

NASH, J. Equilibrium points in n-person games. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 36, n. 1, p. 48–49, 1950. Disponível em: <<http://www.calpoly.edu/~aamendes/GTweb/Nash.pdf>>. Citado na página 9.

NASH, J. Two-person cooperative games. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 128–140, 1953. Citado na página 9.

- NEUMANN, J. von; MORGENTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*. [S.l.]: Princeton University Press, 1947. Citado na página 2.
- PANITZ, C. E. *Dicionário de Logística: Gestão de cadeia de suprimentos e Operações*. São Paulo, Brasil: Alternativa, 2007. ISBN 9788587658166. Citado na página 2.
- PIMENTEL, E. L. A. *Dilema do prisioneiro: da teoria dos jogos à ética*. [S.l.]: Argumentum, 2007. ISBN 9788598885155. Citado na página 8.
- R Development Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2016. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 6.
- RAND. *Using Game Theory to Analyze Operations Against Time-Critical Targets*. Santa Monica, California, USA: RAND Project Air Force, 2004. Citado na página 2.
- ROSA, A. M. da. *A Teoria dos Jogos Aplicada ao Processo Penal*. 1. ed. [S.l.]: Letras e Conceitos Ltda, 2014. 152 p. ISBN 9789898305824. Citado na página 2.
- ROTH, A. E. *The Shapley value: essays in honor of Lloyd S. Shapley*. New York, USA: Cambridge University Press, 1988. ISBN 9780521361774. Citado na página 7.
- SEIFE, C. *Os números (não) mentem: Como a matemática pode ser usada para enganar você*. [S.l.]: Zahar, 2012. ISBN 9788537808719. Citado na página 8.
- SERRANO, R. Lloyd shapley's matching and game theory. *The Scandinavian Journal of Economics*, Wiley Online Library, v. 115, n. 3, p. 599–618, 2013. Citado na página 7.
- SHAPLEY, L. S. *A value for n-person games*. Santa Monica, California, USA, 1952. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD0604084>>. Citado na página 3.
- SHEN, W. Distributed manufacturing scheduling using intelligent agents. *IEEE Intelligent Systems*, v. 17, n. 1, p. 88–94, 01 2002. ISSN 1541-1672. Citado na página 2.
- SILVER, N. *O sinal e o ruído*. Rio de Janeiro, Brasil: Intrínseca, 2012. ISBN 978-85-8057-353-4. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 8.
- SIMATUPANG, T. M.; SRIDHARAN, R. The collaborative supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, Emerald, v. 13, n. 1, p. 15–30, 01 2002. ISSN 0957-4093. Citado na página 2.
- SMITH, A. *Teoria dos sentimentos morais: ensaio para uma análise dos princípios pelos quais os homens naturalmente julgam a conduta e o caráter, primeiro de seus próximos, depois de si mesmos, acrescida de uma dissertação sobre a origem das línguas*. [S.l.]: Martins Fontes, 1999. ISBN 9788533611047. Citado na página 8.
- SMITH, J. *Evolution and the Theory of Games*. [S.l.]: Cambridge University Press, 1982. ISBN 9780521288842. Citado na página 2.
- TVERSKY, A. Choice by elimination. *Journal of Mathematical Psychology*, Elsevier Science, v. 9, 1972. Citado na página 1.
- WANG, Y. Combining data mining and game theory in manufacturing strategy analysis. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Springer US, v. 18, 08 2007. Citado na página 2.

WICKHAM, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2009. ISBN 978-0-387-98140-6. Disponível em: <<http://had.co.nz/ggplot2/book>>. Citado na página 6.

WICKHAM, H. *scales: Scale Functions for Visualization*. [S.l.], 2015. R package version 0.3.0. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=scales>>. Citado na página 6.

YOUNG, H. P. Cost allocation. In: _____. *Handbook of Game Theory with Economic Applications*. Amsterdam, Holanda: Elsevier North Holland, 1994. v. 2, cap. Equitable core solutions. ISBN 9780444894274. Citado na página 2.

ZHUANG, Y. feng; MA, L. li. Research on profit allocation of campus express alliance based on the improved shapley value method. In: _____. *Proceedings of the 22nd International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2015*. Paris, France: Atlantis Press, 2016. (Core Theory and Applications of Industrial Engineering, v. 1), p. 715–722. ISBN 978-94-6239-180-2. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.2991/978-94-6239-180-2_68>. Citado na página 3.