



## UMA VISÃO MULTICRITÉRIO PARA JULGAMENTOS EM CIDADES E SOCIEDADES INTELIGENTES

Vitor N. Coelho<sup>1,8,\*</sup>, Iara F. O. Veloso<sup>2</sup>, Thays A. Oliveira<sup>1,4</sup>, Vinicius N. Coelho<sup>3</sup>, Iuri Veloso<sup>5</sup>, Vanja M. Veloso<sup>6</sup>, Marcone J. F. Souza<sup>7</sup>, Ariosvaldo F. S. Filho

<sup>1</sup> Grupo da Causa Humana, Ouro Preto, Brasil

<sup>2</sup> Pós-Graduação em Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>3</sup> Pós-Graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação, Universitat Pompeu Fabra, Espanha

<sup>4</sup> Graduação em Direito, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil

<sup>5</sup> Graduação em Direito, PUC-MG, Belo Horizonte, Brasil

<sup>6</sup> Escola de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil

<sup>7</sup> Departamento de Computação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil

<sup>8</sup> Instituto de Ciência da Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil

### RESUMO

A constante evolução das cidades tem impulsionado o desenvolvimento de novas ferramentas para integração entre os cidadãos. Aplicações inspiradas em técnicas da pesquisa operacional, que auxiliam a tomada de decisão, podem tornar viáveis antigos sonhos já idealizados por filósofos. Dentre esses, destacamos sistemas judiciais mais participativos, legítimos e confiáveis. Nesse âmbito, uma análise multicritério faz-se necessária, ponderando as distintas versões, crenças, culturas e, consequentes pesos e medidas desejadas por cada indivíduo. Neste trabalho, apresentamos um novo modelo para processos judiciais em cidades inteligentes. O sistema propõe a utilização de conjuntos de soluções, obtidas a partir de diferentes pesos adotados para as características sociodemográficas dos envolvidos em processos de votação. A partir de um simples estudo de caso, exaltamos as possibilidades, flexibilidade e poderio do sistema proposto. O arcabouço proposto mostra-se promissor para auxiliar a tomada de decisão em julgamentos e votações similares.

**PALAVRAS CHAVE.** Julgamento, Pesquisa Operacional, Cidades Inteligentes.

**ADM – Apoio à Decisão Multicritério, TEL&SI – PO em Telecomunicações e Sistemas de Informações**

### ABSTRACT

The constant evolution of cities has driven the development of new tools for integration among citizens. Applications inspired by operational research techniques, which aid decision-making, can make viable dreams already dreamed up by philosophers. Among these, we highlight more participatory, legitimate and reliable judicial systems. In this context, a multicriteria analysis seems necessary, balancing the different versions, beliefs, cultures and consequent weights and measures desired by each citizen. In this paper, we present a new model for judicial processes in smart cities. The system proposes the use of sets of solutions, obtained from different weights adopted according to sociodemographic characteristics of those involved in the voting process. From a simple case of study, we highlight the possibilities, flexibility and potential of the proposed system. The proposed framework shows up as promising tool for assisting decision making in other similar voting scenarios.

**KEYWORDS.** Judgment, Operations Research, Smart Cities.

**ADM – Support for Multicriteria Decision, TEL&SI – OR in Information & Telecommunication Systems**



## 1. Introdução

A evolução das cidades para um paradigma de governança descentralizada vem sendo amplamente discutida [Coe et al., 2001]. É esperado que as Cidades Inteligentes [Almirall et al., 2016; Odendaal, 2006], do inglês *Smart Cities* (SC), possam trazer o governo mais próximo dos cidadãos [Stepan, 2000]. Ligadas por novas tecnologias da informação, as cidades inteligentes impulsionam uma forte tendência para democracias descentralizadas, como mencionado por Roberts [2004]. Descentralizar os processos de tomadas de decisão implica em repartir as decisões, estratégia que vem sendo adotadas em tecnologias baseadas em sistemas multiagentes Chalkiadakis et al. [2009]. Neste âmbito, estudos sobre governança em SC [Cano et al., 2014; Batty et al., 2012] podem garantir melhor e mais efetiva mobilidade e acesso a oportunidades, especialmente para as populações urbanas.

Da mesma forma, tais sistemas estão emergindo como importantes aliados para alcançarmos um judiciário mais independente [Shah, 1999]. Nesse contexto, ferramentas computacionais, que definem limites e pesos adequados para distintos níveis de governança são importantes recursos para tomadas de decisão mais sensatas. Iniciativas para descentralizar o governo e promover participação local vêm ocorrendo até mesmo em áreas rurais, como na vila de Panchayats, na Índia [Gokhale e Kapshe, 2016; Mission, 2015].

Comunicação bidirecional e distribuída, fundada em protocolos seguros, permanentes, serão, sem dúvida, a escolha mais sábia para as cidades do futuro. Logo, a utilização da tecnologia *Blockchain* [Silva, 2016] vem sendo estudada e cotada para distintas aplicações. Lemos [2016] vem promovendo uma ferramenta de petições públicas, para o Brasil, inspirada na *Blockchain*. Dispositivos inteligentes [Schaffers et al., 2011], capazes de obter informações e interagir com o ambiente, serão uma parte intrínseca das SC. Nesse âmbito, aplicações, modelos e novos paradigmas de interação com os cidadãos estarão em contato com grande parte dos equipamentos das SC por meio da *Internet of Things* (IoT) [Zanella et al., 2014]. Todavia, alcançar conclusões e processar a imensa quantidade de informações, extraídas e compartilhadas nas SC, é um tarefa que requer ferramentas da Pesquisa Operacional (PO), Inteligência Artificial (IA) e Otimização. Como mencionado por Gibbard-Satterthwaite [Endriss, 2007], toda regra de votação está sujeita a manipulação sempre que há mais de duas possibilidades. A tarefa de computar votos e alcançar conclusões robustas e concretas vem sendo analisada como um problema de otimização combinatória [Bartholdi III et al., 1989], de difícil resolução, que, em alguns casos, pertence à classe NP-Difícil [Mattei et al., 2013]. Existem distintas possibilidades para se chegar em acordos sociais por meio de votação, como votos por pluralidade com ou sem eliminação, acumulativos, por aprovação, eliminação em pares, entre outros [Shoham e Leyton-Brown, 2008].

No contexto brasileiro, reformas no judiciário vêm sendo discutidas pela população e por diversos trabalhos da literatura [Carvalho e Leitão, 2013; Sinhoretto, 2007; Terra et al., 2016; Brinks, 2004; Pinheiro, 1998, 2003; Melo Filho, 2003]. Por outro lado, considerando a lentidão das transformações que requerem mudanças efetivas em leis e velhos paradigmas, ressaltamos o potencial dos sistemas distribuídos e criptografados, conforme exposto por Dai [1998]. Nessa citação, menciona-se que o governo não é temporariamente “destruído”, mas sim permanentemente esquecido e desnecessário. Nesse contexto, ressaltamos o papel da PO e da IA em motivar aplicações para o surgimento de sistemas e abordagens com essas capacidades e habilidades. Desta forma, sistemas mais imparciais, participativos, em que os cidadãos podem, opcionalmente, estar anônimos, poderão se tornar realidade.

Nesse breve estudo, apresentamos um sistema computacional, inspirado em técnicas da PO e otimização multiobjetivo, que poderia guiar os passos para um sistema judiciário mais participativo. O sistema aqui descrito utiliza um sistema de votação com pesos, através de critérios específicos que eliminam alternativas fora de contexto e que tentam manipular o sistema. Ao final do processo, um conjunto de soluções não-dominadas é retornado, considerando características sociodemográficas dos envolvidos na votação. A partir de um simples estudo de caso, exaltamos



as possibilidades, flexibilidade e poderio do sistema proposto, inspirado em ferramentas de tomada de decisão multicritério [Zeleny e Cochrane, 1973]. Tal proposta, apesar de informatizar o sistema, não tira o lado “humano” do julgamento, considerando que promove-se a participação da população de forma transparente e com baixo custo. Destacam-se as seguintes contribuições do presente trabalho:

- Introdução de um novo sistema distribuído para julgamentos, no contexto das SC;
- Design de um protocolo de votação que utiliza pesos definidos para critérios sócio-demográficos do perfil de cada indivíduo.
- Apresentação de uma visão multicritério para alcançar fatos relevantes em um processo de julgamento;
- Assistência nas etapas iniciais de processos, fornecendo conclusões para auxiliar a tomada de decisão feita pelos juízes;
- Motivação de pesquisadores e governantes a investirem e desenvolverem novas tecnologias para questões sociais que implicam o julgamento de cidadãos e empresas;
- Alerta à população das possibilidades atuais que estão emergindo a partir da inserção de dispositivos inteligentes na nossa vida cotidiana, em especial, no contexto das cidades inteligentes.

O restante deste trabalho está organizado como segue. A Seção 2 apresenta o sistema proposto, bem como o arcabouço de um sistema baseado na *Blockchain* (Seção 2.3). Um estudo de caso, descrito (Seção 3.1) e solucionado (Seção 3.2), é utilizado para ilustrar uma aplicação da ferramenta proposta. Finalmente, a Seção 4 conclui o trabalho e aponta algumas possíveis extensões e trabalhos futuros.

## **2. Abordagem descentralizada para cidades inteligentes**

Este trabalho propõe um sistema descentralizado e distribuído para processos judiciais. Um modelo simplificado é descrito na Seção 2.1. O processo de tomada de decisão, que utiliza dados de votações, é descrito na Seção 2.2. Considera-se que a coleta de dados e todo o arcabouço sejam obtidos por dispositivos IoT dentro das SC e os dados armazenados em uma *Blockchain* (conforme detalhado na Seção 2.3).

### **2.1. Sistema proposto**

O diagrama ilustrado na Figura 1 apresenta um esquema geral do sistema proposto.

A interação dos cidadãos (que podem ser agrupados ou auto-denominados em classes distintas), promotores e outros agentes sociais poderá ser feita a partir de dispositivos inteligentes, disponíveis de forma descentralizada no contexto das cidades inteligentes. Plataformas interativas e em tempo real, embutidas nesses dispositivos, e disponíveis para os cidadãos da região em análise, serão as plataformas de entradas de dados e disseminação dos resultados. Um sistema inspirado na *Blockchain* será capaz de armazenar cada informação do processo de forma transparente e permanente.

Um coordenador central, também eleito por protocolos similares, poderá denominar um conjunto de jurados para o caso, que teriam pesos pré-definidos pelo sistema. No sistema brasileiro atual, jurados podem ser convocados em casos de crimes dolosos contra a vida [Cady et al., 2014].

Após um determinado período de levantamento dos fatos, o Indiciado poderá expor suas réplicas, bem como novos fatos. Dentre esses, o sistema será capaz de receber vídeos, fotos, documentos e qualquer outro elemento digital. Finalizado o período de fatos e réplicas, os cidadãos terão a possibilidade de votar e dar pesos para cada informação/fato daquele determinado processo.

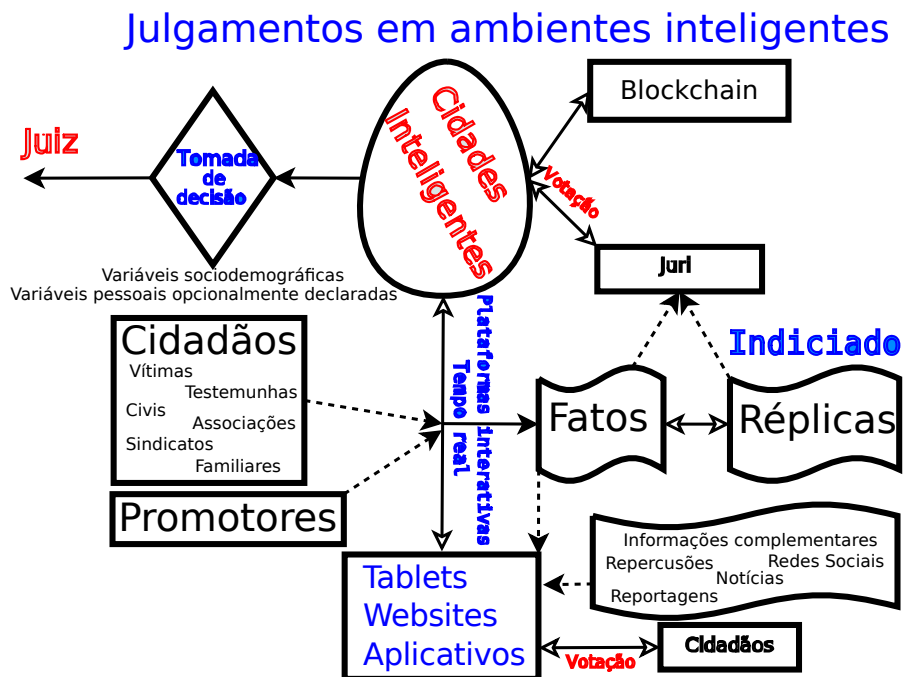


Figura 1: Ambiente distribuído para julgamento em cidades inteligentes

Além disso, um grupo de pessoas poderá participar de forma conjunta, quando legalmente registrados. Nessa mesma etapa, ressalta-se que se houver mais de um acusado, o processo pode ser dividido em várias vertentes com distintas réplicas. Por outro lado, um modelo conjunto poderia também ser considerado, abrindo a oportunidade de acessar todas as versões em um mesmo ambiente, bem como, votando em conjunto para todos os envolvidos.

Em qualquer momento do processo será possível anexar informações complementares, até mesmo de forma anônima. Tal fato já acontece nos sistemas atuais, porém, por meio de interfaces paralelas. A maior vantagem de integrar essas plataformas é garantir um ambiente conjunto de acesso a informações (incluindo dados tais como aqueles do portal “Ranking dos Políticos” [Políticos, 2014]).

Finalmente, um processo de tomada de decisão retorna possíveis fatos relevantes para o processo em questão, levando em conta distintos aspectos, como:

- Informações sociodemográficas de cada cidadão que participou da votação;
- Dados pessoais, opcionalmente declarados, como: irmão da vítima, testemunha, entre outros.

## 2.2. Tomada de decisão multicritério

Esta seção define uma estratégia que pode ser utilizada para computar os votos de cada agente (vide Weyns et al. [2007] para mais informações sobre agentes e sistemas multiagentes) envolvido no processo de votação. Define-se a seguir uma estratégia de tomada de decisão feita com base em pesos para cada variável do perfil do cidadão, ou júri (para os casos onde for necessário); em especial, pré-definidos antes do processo se iniciar. Por exemplo, pode-se definir o seguinte conjunto de pesos para o modelo exemplificado na Figura 1: 1 ; 1, 40 e 2, respectivamente, para cidadão, vítima e júri. Além disso, cada variável do perfil dos indivíduos possui um peso específico, sendo possível analisar o impacto de certos cidadãos na decisão final da votação, por exemplo:

- Três possíveis níveis de renda com pesos 4, 2 e 7, respectivamente, para rendas baixa, média e alta. Logo, o peso final ponderado: 0, 31 ; 0, 15 e 0, 54.



- Dois tipos distintos de formação (ex: Biológicas e Exatas) com pesos 7 e 5, respectivamente.
- Duas categorias de gênero com pesos 5 e 5, respectivamente.

A tomada de decisão seria feita com base nas notas dadas para cada fato ( $n \in [-10, 10]$ ), multiplicado pelo peso do agente envolvido na votação. Desta forma, para um conjunto de fatos e possíveis réplicas  $FR = \{(f_1, r_1), (f_2, r_2), \dots, (f_z, r_z)\}$  cada indivíduo teria a possibilidade de dar uma nota para cada conjunto de informações  $f r_i$ . Desta forma, a nota de cada conjunto seria dado por  $n^{f r_i} = \sum_{c \in C} (w_c \times n_c^{f r_i})$ , sendo  $C$  o conjunto efetivo de cidadãos que deram uma nota válida para o quesito  $f r_i$ . Os pesos  $w_c$  são definidos pela média ponderada do peso de cada variável considerada de acordo com o perfil do indivíduo, ( $w_c^v = [0, 10]$ ), onde  $v$  é cada uma das características consideradas. No caso de um grupo social (como um sindicato ou associação), a entidade poderia ter um peso específico, adotado em vista do número de associados cadastrados ou uma bonificação adicionada ao peso de cada membro efetivo que participou do processo de votação.

Para cada nota de um pacote de informações ( $n^{f r_i} \mid f r_i \in FR$ ), valores positivos apontariam fatos a favor do réu; enquanto, por outro lado, valores negativos implicariam um fato de peso contra o acusado. Dessa forma, o sistema seria capaz de classificar os fatos que são a favor e contra.

De forma a proporcionar uma análise multicritério, propõe-se considerar diferentes combinações de pesos para cada variável sociodemográfica. Assim sendo, a partir de um conjunto de soluções, torna-se possível verificar os fatos relevantes para cada conjunto de pesos, apresentando possibilidades que variam de acordo o perfil das pessoas envolvidas na votação.

### 2.3. Confiabilidade e transparência a partir do uso da *Blockchain*

O levantamento de informações, durante todas etapas do processo, acontecerá por meio de uma plataforma confiável, transparente e permanente, em que a inserção de novas notícias será marcada de forma permanente em uma *Blockchain*. Blocos de notícias, marcando os autores, endereço, arquivos e tags de tempo serão minerados e incluídos em um crescente cartório digital do processo em questão. Essa ferramenta possibilitará futuras análises que relacionarão notícias e as tendências das votações sobre os fatos e réplicas alavancados nas etapas iniciais.

Além disso, ao garantir transparência e segurança no armazenando de dados do processo (em particular, promovendo abordagens distribuídas), estudos futuros poderão reanalisar os mesmos casos, porém, com novos olhares.

## 3. Estudo de caso

O estudo de caso, software e resultados estão disponíveis, sob licença *GNU Lesser General Public License v3*, em `git@bitbucket.org:vncoelho/judgmentssmartcities.git`.

### 3.1. Descrição do cenário, fatos, casos e motivação

Para exemplificar o sistema proposto, descreve-se um simples estudo de caso, composto por problemas distintos gerados com dados aleatórios.

Apresentam-se cenários fictícios compostos por 10 até 110 cidadãos, 1 até 100 fatos e 1 até 30 características analisadas (cada um com dois ou três classes). Cada possível característica do perfil de cada envolvido na votação é também definida de forma aleatória.

De forma a obter um conjunto de soluções relevantes para o processo, composto por distintas combinações de fatos relevantes, foram gerados, de forma aleatória, um grande número de combinações de pesos. Para cada característica do perfil dos envolvidos na votação, um peso entre 1, 10 é gerado para as possíveis classes (conforme detalhado na Seção 2.2). Nos experimentos descritos na próxima Seção, foram analisadas de 1000 até 10000 combinações aleatórias desses pesos. O número total de experimentos executados foi 12000. Dentre esses, 2000 experimentos foram executados para verificar o percentual de dominância entre soluções com distintos conjuntos de fatos relevantes, sem considerar a ordem dada pelos pesos das votações.



### 3.2. Resultados obtidos a partir do sistema proposto

Como pode ser observado nas Figuras 2, 3 e 4, o modelo proposto foi capaz de obter um grande número de soluções relevantes. Em particular, o método possui facilidade em encontrar soluções não-dominadas quando o número de fatos considerados é alto. Para estes casos, a porcentagem de soluções não-dominadas aumenta devido ao elevado número de possibilidades de se gerar combinações de fatos relevantes (bem como, distintas ordens de relevância). Desta forma, diferentes combinações de pesos resultam, facilmente, em distintas ordens dos fatos relevantes.

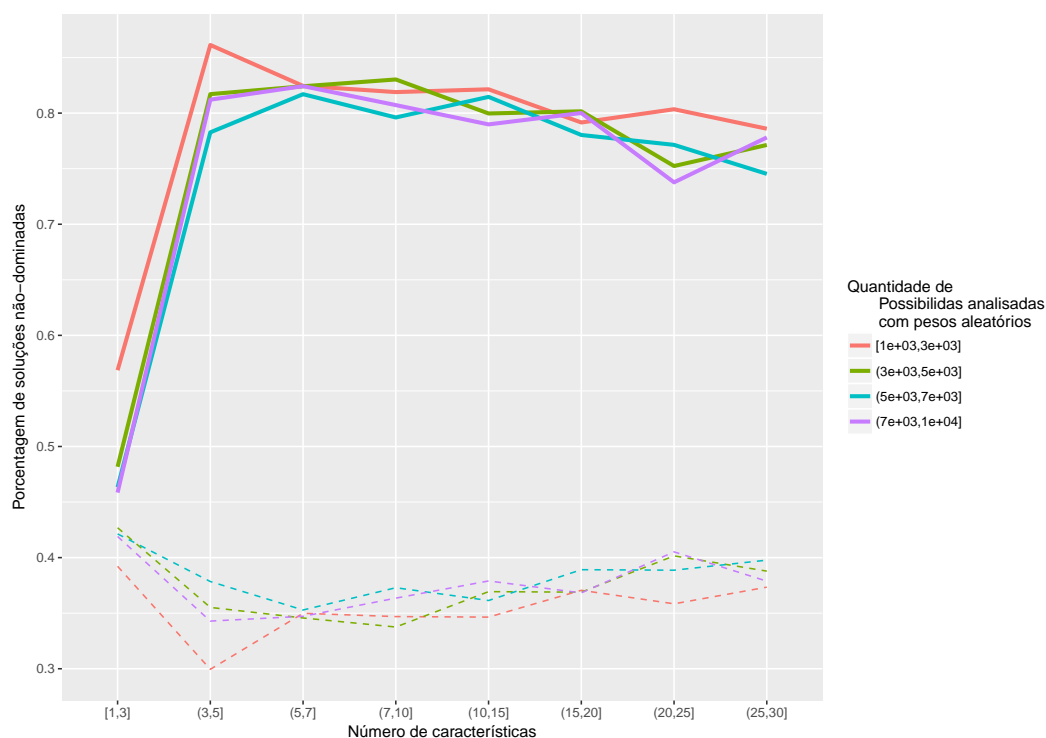


Figura 2: Gráficos de interação entre a porcentagem de soluções obtidas, a quantidade de variáveis sócio-demográficas consideradas e as combinações de pesos testadas

Considerando esse elevado número de possibilidades, ressalta-se a necessidade de novas abordagens para filtrar os fatos relevantes. Dentre essas, destaca-se a possibilidade de não considerar a ordem dos fatos relevantes como um critério de dominância. Deste modo, o gráfico apresentado na Figura 5 mostra que a porcentagem de soluções não-dominadas obtidas cai drasticamente. Além disso, os efeitos do aumento das características sócio-demográficas, Figura 6, ficam mais evidentes.

### 4. Considerações finais e extensões

Considerando a constante evolução das cidades para paradigmas distribuídos, um novo sistema de votação, que promove e analisa a participação de distintos cidadãos, foi proposto. Em particular, o sistema foi desenvolvido a partir de uma crescente necessidade em realizarmos julgamentos mais balanceados e com visões multicritério. O avanço e a implementação de ferramentas inspiradas nas estratégias aqui introduzidas poderá proporcionar sistemas mais participativos e “justos”. Em vista do atual avanço tecnológico, espera-se que sistemas descentralizados e transparentes sejam o núcleo das tomadas de decisões em sociedades inteligentes.

O modelo aqui proposto poderia ser embarcado em diversos dispositivos já em posse dos cidadãos ou, até mesmo, instalados em pontos estratégicos das cidades. Trabalhos futuros poderiam considerar a influência de notícias e dados externos, relacionando a publicação e divulgação dessas informações com as tendências de votação (durante o período em que o processo estiver em aberto).

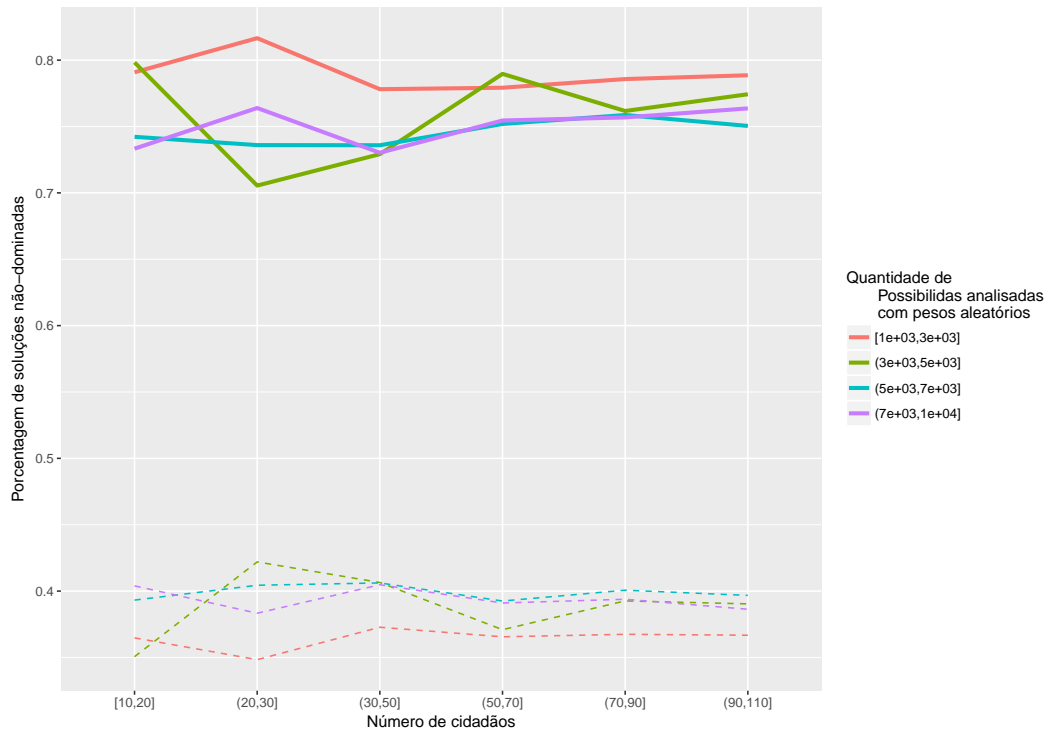


Figura 3: Relação entre a porcentagem de soluções não-dominadas e o número de cidadãos envolvidos no processo de votação

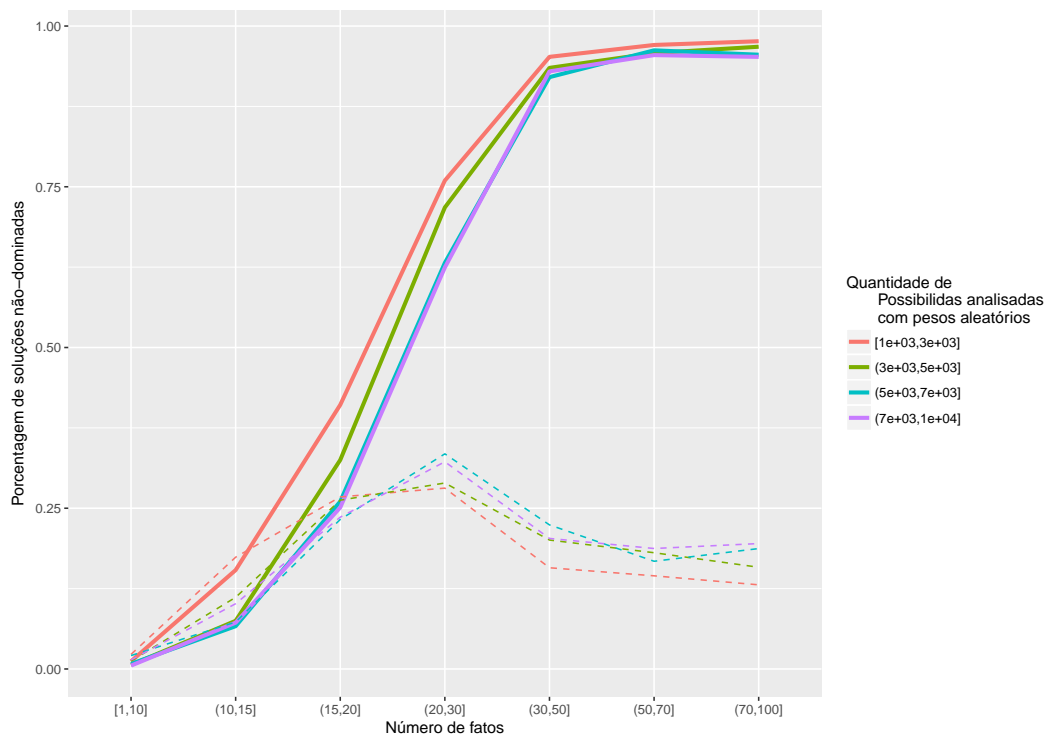


Figura 4: Crescimento da taxa de soluções não-dominadas com o aumento no número de fatos considerados

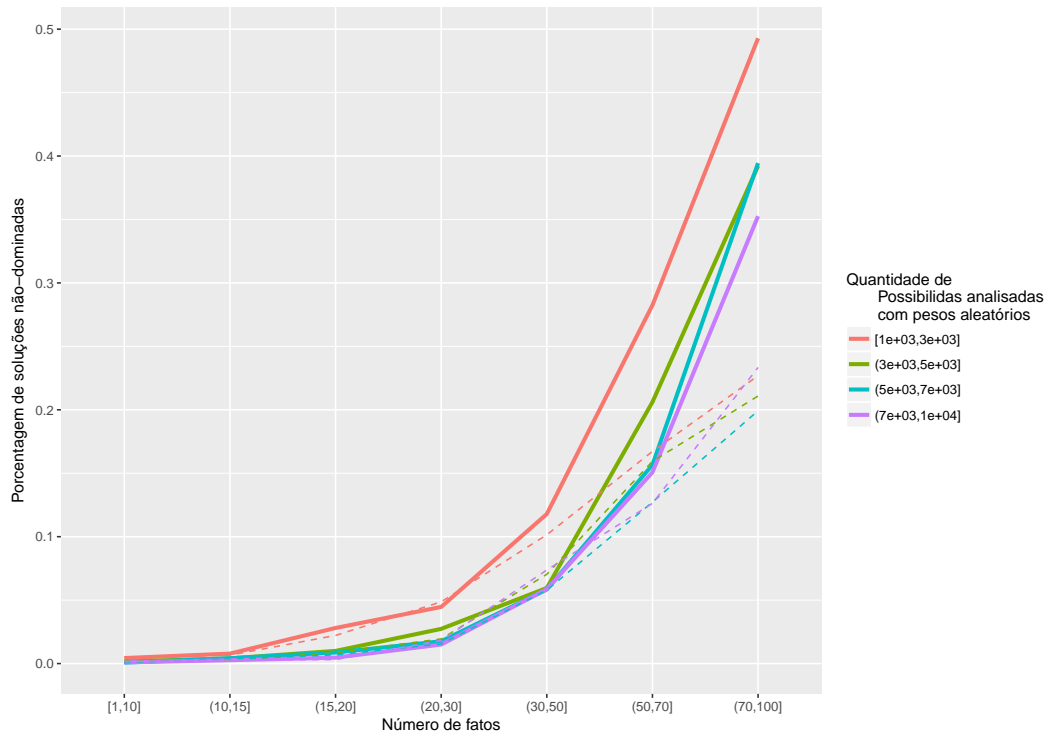


Figura 5: Crescimento do número de soluções não-dominadas com o aumento no número de fatos considerados, considerando dominantes apenas soluções com fatos distintos relevantes

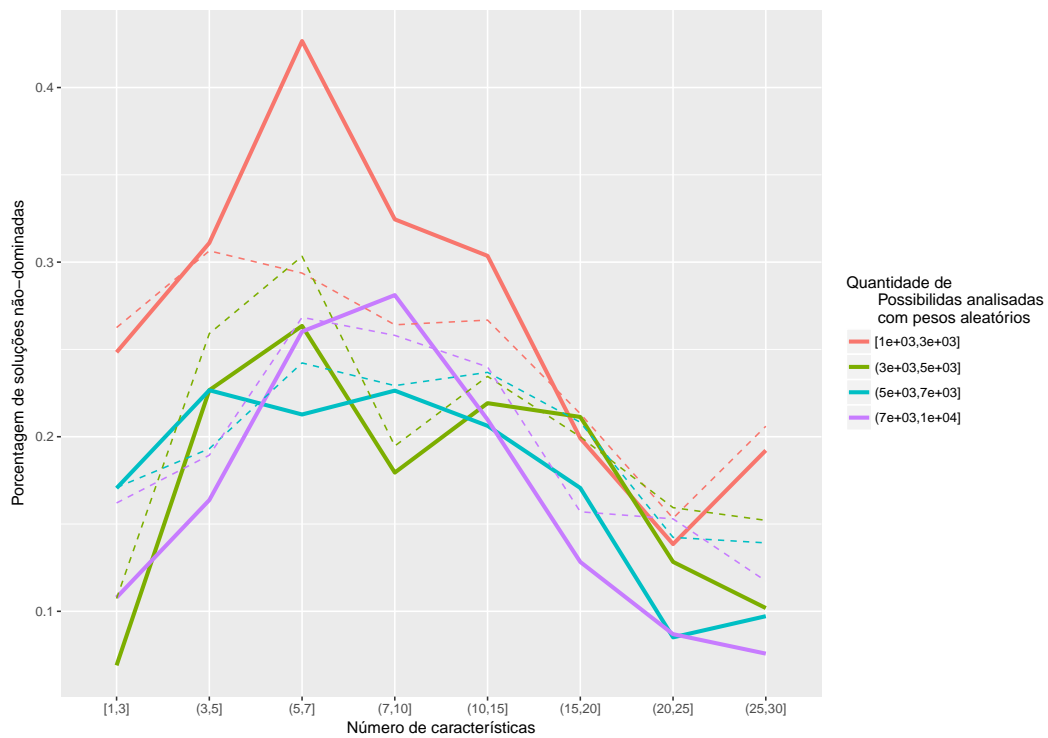


Figura 6: Aumento do número de variáveis por indivíduo e impacto na porcentagem de soluções não-dominadas





Uma etapa adicional no processo poderia considerar a exclusão de todos aqueles que alavancaram fatos com peso final  $\geq 0$ , visto que esses fatos são a favor do réu ou não possuem relevância (tais fatos podem, também, ter recebido essas notas por serem fatos possivelmente manipulados). Buscar pesos específicos que originam determinadas conclusões é outra estratégia que poderia ser adotada para compreender os anseios dos envolvidos na votação. Logo, algoritmos metaheurísticos cooperativos poderiam buscar soluções que aumentam e otimizam o conjunto de soluções não-dominadas, ampliando o leque e poderio das possíveis conclusões.

Como possibilidade futura, ressalta-se a utilização de técnicas clássicas de tomada de decisão, como PROMETHEE II e Analytic Hierarchy Process (AHP) [Dağdeviren, 2008], que são normalmente utilizadas para encontrar alternativas satisfatórias entre as possíveis soluções. Desta forma, poderia-se considerar os pesos já fornecidos pelos envolvidos na votação e utilizar a técnica AHP para definir os pontos mais relevantes do processo.

A proposta desse trabalho motiva o avanço de novos protocolos de votação, não somente para problemas desafiadores das nossas cidades, mas, também, para o âmbito de novos protocolos de negociação para sistemas multiagentes. Aproximar a evolução das técnicas computacionais com os dispositivos utilizados pelos cidadãos, prezando imparcialidade e transparência, poderá impactar em avanços significativos para a qualidade de vida das sociedades do futuro.

### Agradecimentos

Os autores são gratos a todas as pessoas que pagaram, foram presas e sofreram punições por fatos mal acurados, por motivarem e inspirarem o desenvolvimento do sistema aqui proposto.

### Referências

- Almirall, E., Wareham, J., Ratti, C., Conesa, P., Bria, F., Gaviria, A., e Edmondson, A. (2016). Smart cities at the crossroads: New tensions in city transformation. *California Management Review*, 59(1):141–152.
- Bartholdi III, J. J., Tovey, C. A., e Trick, M. A. (1989). The computational difficulty of manipulating an election. *Social Choice and Welfare*, 6(3):227–241.
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., e Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1):481–518. ISSN 1951-6401.
- Brinks, D. (2004). Judicial reform and independence in brazil and argentina: the beginning of a new millennium. *Tex. Int'l LJ*, 40:595.
- Cady, M. C., Yin, C. W., de Araújo Filho, J. P., Vasconcelos, A., Nascimento, J. M. B., de Jesus Cerqueira, A., Olívia, M., Setúbal, S., Junior, O. P. S., e Pessoa, R. B. (2014). Tribunal do júri: uma breve reflexão. *Jus Navigandi. Teresina. a*, 9.
- Cano, J., Hernandez, R., e Ros, S. (2014). Distributed framework for electronic democracy in smart cities. *Computer*, 47(10):65–71.
- Carvalho, E. e Leitão, N. (2013). The power of judges: The supreme court and the institutional design of the national council of justice [o poder dos juízes: Supremo tribunal federal e o desenho institucional do conselho nacional de justiça]. *Revista de Sociologia e Política*, 21(45):13–27.
- Chalkiadakis, G., Elkind, E., Polukarov, M., e Jennings, N. R. (2009). The price of democracy in coalition formation. In *Proceedings of The 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Volume 1, AAMAS '09*, p. 401–408, Richland, SC. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems. ISBN 978-0-9817381-6-1. URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1558013.1558068>.



- Coe, A., Paquet, G., e Roy, J. (2001). E-governance and smart communities: a social learning challenge. *Social science computer review*, 19(1):80–93.
- Dağdeviren, M. (2008). Decision making in equipment selection: an integrated approach with ahp and promethee. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19(4):397–406.
- Dai, W. (1998). b-money. URL <http://www.weidai.com/bmoney.txt>.
- Endriss, U. (2007). Vote manipulation in the presence of multiple sincere ballots. In *Proceedings of the 11th conference on Theoretical aspects of rationality and knowledge*, p. 125–134. ACM.
- Gokhale, S. e Kapshe, C. (2016). Review of decentralised planning initiatives and urban local government functions in india. *Dynamics of Local Governments: A Comparative Study of India, UK and the USA*, p. 85–Local Government Quarterly.
- Lemos, R. (2016). Using the blockchain for the public interest. URL <https://medium.com/positive-returns/using-the-blockchain-for-the-public-interest-2ed1f5114036>.
- Mattei, N., Narodytska, N., e Walsh, T. (2013). How hard is it to control an election by breaking ties? *arXiv preprint arXiv:1304.6174*.
- Melo Filho, H. C. (2003). A reforma do poder judiciário brasileiro. In *Seminário sobre a Reforma do Judiciário*.
- Mission, S. C. (2015). Ministry of urban development, government of india (2015). URL <http://smartcities.gov.in/content/innerpage/strategy.php>.
- Odendaal, N. (2006). Towards the digital city in south africa: Issues and constraints. *Journal of Urban Technology*, 13(3):29–48.
- Pinheiro, A. C. (1998). A reforma do judiciário: uma análise econômica. *Trabalho apresentado no Seminário Internacional “Sociedade e a Reforma do Estado”, realizado em São Paulo de, 26*.
- Pinheiro, A. C. (2003). Judiciário, reforma e economia: a visão dos magistrados. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)*. URL <http://hdl.handle.net/11058/2900>.
- Políticos, R. (2014). Ranking políticos. URL <http://www.politicos.org.br/>.
- Roberts, N. (2004). Public deliberation in an age of direct citizen participation. *The American review of public administration*, 34(4):315–353.
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., e Oliveira, A. (2011). Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation. In *The Future Internet Assembly*, p. 431–446. Springer.
- Shah, A. (1999). Balance, accountability, and responsiveness: lessons about decentralization. *World Bank Policy Research Working*, (2021). URL <https://ssrn.com/abstract=623937>.
- Shoham, Y. e Leyton-Brown, K. (2008). *Multiagent systems: Algorithmic, game-theoretic, and logical foundations*, chapter Aggregating Preferences: Social Choice. Cambridge University Press.
- Silva, L. (2016). Smartcities on the ethereum blockchain. URL <https://www.ethnews.com/the-future-is-now-smart-cities-on-the-ethereum-blockchain>.



- Sinhoretto, J. (2007). Law reform (case study) [reforma da justiça (estudo de caso)]. *Tempo Social*, 19(2):157–177. URL <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-39549114252&partnerID=40&md5=fb08f7c06a1890b1042ad363152fde46>.
- Stepan, A. (2000). Brazil's decentralized federalism: Bringing government closer to the citizens? *Daedalus*, 129(2):145–169.
- Terra, L., Ventura, C., Medeiros, M., e Passador, J. (2016). Strategies for the distribution of power in brazil: A proposal from the perspective of the viable system model (VSM). *Systems Research and Behavioral Science*, 33(2):224–234.
- Weyns, D., Omicini, A., e Odell, J. (2007). Environment as a first class abstraction in multiagent systems. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 14(1):5–30. ISSN 1387-2532.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., e Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1):22–32.
- Zeleny, M. e Cochrane, J. L. (1973). *Multiple criteria decision making*. University of South Carolina Press.