

Economic Analysis of Law Review

Eficiência nas contratações públicas: uma abordagem baseada na compatibilização de interesses

Efficiency in public procurement: an approach based on compatibility of interests.

Matheus Pereira Libório¹

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

Patrícia Bernardes²

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

Petr Y. Ekel³

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

Thiago Melo Machado-Coelho⁴

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes⁵

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

Ivo Teixeira Gico Júnior⁶

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

Gustavo Luis Soares⁷

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)

RESUMO

Esta pesquisa analisa a eficiência de incentivos concedidos às Pequenas e Microempresas (PMEs) em contratações públicas. Por meio do *Particle Swarm Optimization* e do algoritmo K-médias simulou-se a atuação de PMEs com diferentes capacidades financeiras. Os resultados mostram que as PMEs podem elevar seus lucros em até 1,42 vezes ao adotar uma estratégia de seleção de pregões compatível com sua capacidade financeira. Os resultados também mostram que o perfil dos pregões que as PMEs participam são incompatíveis com o portfólio de pregões que lhes interessa. Esses resultados sugerem que a lei que divide o pregão em lotes não é tão eficiente como se sugere, mas que o ajuste dessa lei pode compatibilizar o interesse do comprador-público e das PMEs. A contribuição fundamental desta pesquisa está em revelar que a legislação deve buscar compatibilizar o interesse privado ao interesse público para que leis e normas sejam de fato eficientes.

Palavras-chave: contratações públicas, análise econômica do direito, otimização por enxame de partículas, k-médias, análise de componentes principais.

JEL: K00.

ABSTRACT

This research analyzes the efficiency of incentives granted to Small and Micro Enterprises (SMEs) in public contracts. Through the Particle Swarm Optimization and the K-means algorithm, SMEs' performance with different financial capacities was simulated. The results show that SMEs can increase their profits by up to 1.42 times by adopting a trading selection strategy compatible with their financial capacity. The results also show that the profile of the auctions in which SMEs participate are incompatible with the auction portfolio that interests them. These results suggest that the law that divides the trading session into lots is not as efficient as suggested, but that the adjustment of that law may make the interest of the buyer-public and SMEs compatible. This research's fundamental contribution is to reveal that the legislation must seek to reconcile the private interest to the public interest so that laws and regulations are indeed effective.

Keywords: public procurement, electronic auction, law and economic, particle swarm optimization, k-means, principal component analysis.

R: 21/05/21 **A:** 22/05/23 **P:** 31/12/23

¹ E-mail: m4th32s@gmail.com

² E-mail: patriciabernardes@pucminas.br

³ E-mail: ekel@pucminas.br

⁴ thmmcoelho@gmail.com

⁵ luiz.gomes@professores.ibmec.edu.br

⁶ gico@gicoadvogados.com.br

⁷ gustavoluissoares@gmail.com

Os Autores agradecem à ABNC Tecnologia, Aroeira Salles Advogados, Gico Advogados Associados, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Code 0001) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Grant 311032/2016-8).

1. Introduction

As contratações públicas podem ser utilizadas estrategicamente para diversas finalidades (Guarnieri & Gomes, 2019). Por exemplo, para envolver Pequenas e Microempresas (PMEs) no processo de contratações públicas (Schmidt, 2015; Flynn & Davis, 2016), fortalecer a economia regional (Cunha & Le Bourlegat, 2016) e reduzir os Custos de Transações de fornecedores e compradores-públicos (Hawkins et al., 2018). No Brasil, a estratégia de envolvimento das PMEs em contratações públicas é amparada pela Lei Complementar (LC) nº. 123 (2006) alterada pela LC nº 147 (2014). Essas leis trazem uma série de medidas que buscam incentivar a participação de PMEs no processo de contratação pública (Santana, 2014).

Levando em consideração os benefícios pretendidos por essas leis, resta saber se elas estão alcançando os resultados esperados. Em que se pese o fato de que nem todas as medidas de incentivo às PMEs estão sendo cumpridas pelos compradores-públicos (Flynn & Davis, 2016), diferentes pesquisadores questionam a eficiência dessas leis. Em particular, pesquisadores questionam a eficiência da divisão dos pregões em lotes. Trabalhos mostram que o aumento da participação das PMEs no processo de contratação pública não aumenta as chances de sucesso dessas empresas (Cabral et al., 2015; Glas & Eßig, 2018; Ancarani, Di Mauro et al., 2019).

Embora essas pesquisas demonstrem que o sucesso das PMEs em pregões não está relacionado com a divisão do pregão em lotes, os motivos da inexistência dessa relação não foram revelados. Isso porque, tais pesquisas se limitam a testar hipóteses com base nas características das PMEs. As informações sobre os pregões pelos quais as PMEs participaram e venceram normalmente não são considerados nesse tipo de análise (Di Mauro et al., 2020).

No Brasil, a literatura de contratações públicas sob a ótica da eficiência se concentra na área do direito e com grande ênfase na produção de teoria, resultando em evidências empíricas limitadas tanto em volume quanto em qualidade (Libório et al., 2021). Inserida nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo investigar os motivos pelos quais a reserva de até 25% dos processos de aquisição de bens de natureza divisível em lotes (Souza & Maciel, 2016; Cunha & Le Bourlegat, 2016) tem se mostrado ineficiente. Para alcançar esse objetivo utilizou-se a otimização por enxame de partículas (Kennedy & Eberhart, 1995). Essa simulação reproduz a atuação de PMEs interessadas em grupos de lotes de pregões semelhantes com o objetivo de aumentarem seus lucros. Por sua vez, para identificar os lotes de pregões semelhantes foi empregado o algoritmo k-médias (MacQueen, 1967).

Esta pesquisa traz duas contribuições. Primeira, responde em que medida o portfólio de lotes dos pregões licitados é incompatível com a capacidade econômico-financeiras e operacional das PMEs. Segunda, revela quais são as limitações mais decisivas na escolha do portfólio de lotes dos pregões das PMEs. Essas contribuições são importantes na medida em que possibilitam identificar quais medidas de incentivo ao sucesso das PMEs são eficientes e quais delas devem ser aprimoradas.

2. Quadro Teórico

Pinto (2020) relata as principais mudanças na área de contratações públicas no Brasil ao longo dos últimos 25 anos. Nesse período o governo começou a utilizar o poder de compra do Estado estrategicamente para direcionar políticas capazes de convergir objetivos sociais e econômicos (Guarnieri & Gomes, 2019). Fernandes e Campos (2019) destacam duas políticas baseadas no poder de compra do Estado que foram incorporadas à Lei nº 8.666 (1993). A primeira foi instituída pela LC nº 147 (2014) que altera a LC nº 123 (2006) e está preocupada em incentivar a participação

das PMEs e promover o desenvolvimento local. A segunda foi instituída pela na Lei nº 12.349 (2010) e está preocupada em promover o desenvolvimento nacional sustentável.

Desde então pesquisadores tem estudado os resultados produzidos por essas leis. Cabral et al. (2015) afirmam que as mudanças institucionais na Lei 8.666 (1993) contribuíram para aumentar a participação das PME⁸ nos processos de licitações, mas não aumentou as chances dessas empresas vencerem os pregões. Na prática, os autores colocam em dúvida a eficiência da nova legislação. Gico Júnior e Lautenschlager (2016) também questionam a eficiência da inserção de critérios de sustentabilidade nas contratações públicas. Os critérios de sustentabilidade não são exigidos em editais de serviços, sendo exigidos parcialmente e de maneira concentrada na perspectiva ambiental em editais de bens. Esta pesquisa está interessada em investigar se a reserva de até 25% dos processos de aquisição de bens de natureza divisível em lotes determinada pela LC nº 147 (2014) contribui ou não para aumentar a participação e o sucesso das PMEs em pregões eletrônicos.

Estudos mostram que a participação das PMEs em contratações públicas vem crescendo a cada ano, em especial em licitações na modalidade de pregão eletrônico (Souza, & Maciel, 2016). O pregão eletrônico é um mecanismo contratação que combina agilidade, menor custo, transparência e isonomia de acesso dos fornecedores. Essas características favorecem a introdução de políticas públicas de natureza inclusiva, sustentável e inovadora (Cunha & Le Bourlegat, 2016). Estudos têm relacionado o incentivo a participação das PMEs por meio do pregão eletrônico à maior competitividade entre fornecedores, menores custos e ao fortalecimento da economia regional (Schmidt, 2015, Hawkins et al., 2018).

Políticas que incentivam a participação das PMEs são importantes não só para os fornecedores, mas também para o comprador-público e para a economia em geral. Hawkins et al. (2018) mostram que PMEs possuem um desempenho no cumprimento de contratos equivalente ao de médias e grandes empresas, mas possuem CT *ex post* de execução e monitoramento contratos menores. Cunha e Le Bourlegat (2016) acrescentam que a participação das PMEs em processos licitatórios fortalece a economia regional, pois essas empresas geram emprego e renda nos mercados locais.

Basicamente, existem dois tipos de medidas presentes na LC nº. 123 (2006) alterada pela LC nº 147 (2014). O primeiro tipo inclui três ações que buscam aumentar a participação das PMEs em contratações públicas. Primeira, a subcontratação de PMEs em processos licitatórios destinados à aquisição de obras e serviços. Segunda, o aumento de dois para cinco dias úteis o prazo para regularização fiscal de MPE para efeitos de assinatura de contrato. Terceira, a união e simplificação da arrecadação de tributos e contribuições pelas PMEs por meio do Simples Nacional.

O segundo tipo de medidas também inclui três ações que buscam o aumento do sucesso das PMEs em contratações públicas, e não um simples aumento de participação. Primeira, a prioridade de contratação de PMEs sediadas local ou regionalmente em propostas iguais ou até 10% superiores à proposta mais bem classificada. Segunda, a realização de processos licitatórios exclusivos à PMEs em contratações com valor igual ou menor que oitenta mil reais. Terceira, a reserva de cota de até 25% de processos licitatórios destinados à aquisição de bens de natureza divisível em lotes são medidas. Ao focar nessa última ação, esta pesquisa se insere entre estudos que analisam a eficiência de medidas que buscam aumentar o sucesso das PMEs em pregões

⁸ Para se enquadrar como PMEs a receita bruta da empresa deve ser igual ou inferior a três milhões e seiscentos mil reais a cada ano-calendário (LC nº 123, 2006).

eletrônicos. Portanto, a análise de medidas que buscam aumentar a participação das PMEs em pregões eletrônicos não é contemplada nesta pesquisa.

3. Estratégia de Fornecedores.

Estratégias de fornecedores em licitações são especialmente exploradas na área de leilões de energia elétrica. Desde 1980, estudos exploram estratégias que buscam maximizar lucros e minimizar riscos de fornecedores (Prabavathi & Gnanadass, 2015). Essas estratégias normalmente buscam otimizar a utilidade do fornecedor considerando a presença de múltiplos atributos (Rao & Wu, 2012; Rao et al., 2016). Por exemplo, a presença de incertezas de demanda e de condições ambientais (Abedinia et al., 2019) ou o histórico de preços dos concorrentes (Kazemi et al., 2016). Pesquisas sobre a estratégia de fornecedores na área de energia contribuíram tanto para reforçar a importância da análise multi-atributo no processo de licitações, quanto para desenvolver métodos adaptáveis e aplicáveis à otimização da estratégia do fornecedor nas mais diferentes áreas de pesquisa. De modo geral, esses métodos são desenvolvidos utilizando programação matemática, modelagem baseada em agente (Li et al., 2011), algoritmos genéticos (Mathur et al., 2017) e algoritmos evolucionários (Zhu et al., 2006).

A presença de descontinuidades na função objetivo não linear ou restrições de cardinalidade podem dificultar/impedir o uso de alguns desses métodos. A presença de descontinuidades pode ser exemplificada a partir de uma situação em que o custo do material tem uma relação inversa com a quantidade do pedido (Ting et al., 2007; Faria et al. 2010). Por sua vez, a restrição de cardinalidade pode ser exemplificada a partir de uma situação em que a capacidade do fornecedor em lidar com o processo burocrático é limitada (Balaeva & Yakovlev, 2017). Quando a capacidade do fornecedor em coletar informações e precificar itens para participar em licitações é uma limitação (ver Di Mauro et al., 2020; Akenroye et al., 2020), a restrição de cardinalidade determinada por um intervalo mínimo e máximo deve ser considerada na otimização (Chen, 2015; Tuo & He, 2018). A descontinuidade e a cardinalidade influenciam a definição do tamanho do portfólio, aumenta a complexidade computacional e impede que alguns métodos encontrem uma solução ideal em um tempo razoável (Kalayci et al., 2017). Algoritmos de otimização metaheurísticos como a otimização por enxame de partículas (*Particle Swarm Optimization*, PSO) não possuem essa limitação, e permitem selecionar um portfólio ideal sem convergência prematura e em menor tempo computacional (Kumar & Kumar, 2014).

O PSO é um algoritmo da classe evolucionária de inspiração biológica (Kar, 2016; Darwish, 2018) desenvolvido por Kennedy e Eberhart (1995) para simular o movimento de um grupo de pássaros. Após análises, os autores chegaram à conclusão de que o algoritmo era eficiente para a solução de funções de otimização não-lineares (Machado-Coelho et al., 2017).

O algoritmo funciona por meio da geração aleatória de s_size possíveis soluções chamadas de partículas para o problema dentro de um espaço n -dimensional. As melhores partículas são guardadas em um vetor de memória chamado de **pbest** e a melhor partícula do vetor é chamada de **gbest**. Em seguida, as partículas movimentam pelo espaço, sendo que suas novas posições são calculadas segundo equações de peso, velocidade e nova posição. O processo é repetido por várias iterações. No final, a solução na última posição de **gbest** é selecionada como solução do problema. Os valores de peso, velocidade e de nova posição são calculados segundo as seguintes equações (Machado-Coelho et al., 2017):

$$h_i = h_{max} - \frac{i(h_{max}-h_{min})}{it_{max}},$$

$$\mathbf{v}_i^j = h_i[\mathbf{v}_{i-1}^j + c_1\mathbf{r} \odot (\mathbf{pbest}_i^j - \mathbf{s}_{i-1}^j) + c_2\mathbf{r} \odot (\mathbf{gbest}_i - \mathbf{s}_{i-1}^j)],$$

$$\mathbf{s}_i^j = \mathbf{s}_{i-1}^j + \mathbf{v}_i^j,$$

sendo que h_{min} , h_{max} , c_1 , c_2 , it_{max} e s_size são parâmetros constantes definidos pelo usuário. Esses parâmetros representam o peso mínimo, peso máximo, peso em direção de **pbest**, peso em direção de **gbest**, número máximo de iterações e o tamanho de cada vetor, sendo que h_i representa o valor de peso na iteração corrente. \mathbf{r} representa um vetor de n números aleatórios entre 0 e 1. \mathbf{v} representa a matriz de velocidades das partículas. \mathbf{s} representa a matriz de possíveis soluções n -dimensionais. **pbest** representa a matriz de memória de movimento com as melhores soluções encontradas para cada partícula até o momento. **gbest** representa o vetor com a melhor solução em **pbest** por iteração, sendo que i representa a iteração e j representa a partícula. O operador \odot representa o produto de Hadamard⁹ entre as matrizes.

Zhu et al. (2006) explicam que o processamento do PSO se assemelha ao comportamento dos seres humanos na medida em que inclui aleatoriedade ou sorte e evolução. Essas características tornaram o PSO um método muito utilizado para selecionar portfólios. A seleção de portfólios por meio do PSO pode incluir variáveis como incerteza (Nojavan et al., 2015; Boonchuay & Ongsakul, 2012; Yucekaya et al., 2009), informação incompleta (Soleymani, 2011) e as variáveis comportamento e racionalidade limitada dos agentes (Zhu et al., 2006). Em particular, as variáveis incerteza, informação incompleta, comportamento e racionalidade limitada dos agentes são elementos contratuais ou atributos comportamentais centrais da Teoria de CT (TCT) de Williamson (1979).

A TCT analisa as relações contratuais que ocorrem dentro da firma/organização (Coase, 1937), assumindo que os agentes possuem limitações cognitivas, informação incompleta e tempo insuficiente para maximizarem seus lucros (Simon, 1979). A TCT reconhece que as limitações dos agentes resultam na elaboração de contratos incompletos que deixam espaço para comportamentos oportunistas e aumentam os CT (Williamson, 1979).

Por sua vez, o emprego de uma regulamentação muito rigorosa e detalhada para evitar tais comportamentos oportunistas se reflete em maiores CT para compradores-públicos e fornecedores privados (Pavel, 2018). Por isso, pesquisadores colocam que a contabilização de custos como um elemento essencial para a otimização do processo de contratações públicas (Balaeva & Yakovlev, 2017). Essa essencialidade faz da TCT a segunda teoria mais utilizadas em pesquisas sobre compras públicas (Flynn & Davis, 2014). Inclusive, muitos pesquisadores se baseiam na TCT e no PSO para selecionar o portfólio que minimiza custos ou que maximiza lucros (Chen & Zhang, 2010; Zhang et al., 2012; Najafi & Mushakhian, 2015; Tuo & He, 2018).

4. Materiais e Métodos.

⁹ Operação binária de duas matrizes de dimensões iguais que produz uma terceira matriz de igual dimensão de modo que cada elemento da terceira matriz i, j corresponde ao produto dos elementos i, j das matrizes originais (Horadam, 2012).

O desenvolvimento desta pesquisa se divide em três etapas. Primeira, coleta, tratamento e pré-processamento dos dados. Segunda, tipificação dos lotes dos pregões (portfólios). Terceira, simulação por PSO. A simulação inclui o desenvolvimento e a execução do código para otimizar o portfólio de pregões. Cinco cenários de crédito inicial da PME (R\$10mil, R\$20mil, R\$40mil, R\$80mil e R\$160mil) foram considerados

4.1. Coleta e organização dos dados

Os dados coletados de diferentes fontes foram organizados em três dimensões (ver em Libório, 2020). A dimensão “Operação das PME” reflete as limitações das PME em participar do processo de contratação pública. Essas limitações foram obtidas por meio de entrevista a uma PME e respondem quatro questões. Primeira, qual é o número de itens que um funcionário consegue coletar informações em um dia? Segunda, qual é o número de lotes de pregões uma PME com um empregado consegue participar por dia? Terceira, qual é o prazo médio de pagamento do fornecedor da PME? Quarta, qual é o valor gasto com a aquisição e entrega dos produtos ofertados nos pregões?

A dimensão “Compradores-públicos” traz os seguintes dados secundários: valor pago pelo comprador-público por lote; prazo médio de pagamento estabelecido pelo comprador; e histórico de pagamentos em atraso entre 2015 e 2019. O número de dias de atraso de pagamentos foi definido como 90 dias. Essa definição tem como base a Lei 8.666 (1993), que concede ao comprador-público a prerrogativa de atrasar pagamentos em até 90 dias (Niebuhr & Oliveira, 2018).

A dimensão “Transação” traz os custos *ex-ante* e *ex-post*. Os custos *ex-ante* estão relacionados às atividades de identificação de oportunidades, pagamento para acessar informações, coleta de informações, preparação de propostas, apresentação de lances até a decisão de adjudicar e gerir o contrato (Loader, 2015). Schmidt (2015) estima que os custos *ex-ante* representam em média 1,6% do valor total dos contratos. Os custos *ex-post* estão relacionados aos recursos humanos dispendidos no monitoramento e execução dos contratos (Barthélemy & Quélin 2006) e são impactados por atrasos de pagamentos (Di Mauro et al., 2020), especificações mal definidas (Loader, 2015), problemas institucionais, falta de recursos financeiros, transparência e ineficiência no gerenciamento de contratos (Rasheli, 2016). Li et al. (2014) estimam que os custos *ex-post* são 2,2 vezes maiores do que os custos *ex-ante*. A Tabela 1 traz uma síntese dos dados que servem de parâmetro de entrada para o modelo.

Tabela 01: Parâmetros de entrada do modelo.

Parâmetro	Descrição	Base do cálculo	Valor	Fonte
Operação das PME	Número máximo de itens que um funcionário consegue consultar/precificar	itens por dia	20	Entrevista ME com base em Di Mauro et al. (2020)
	Número máximo de lotes de pregões eletrônicos que a PME consegue participar	Lotes/pregão por dia	2	
	Prazo médio de pagamento do fornecedor da PME	dias	30	Entrevista ME
	Valor gasto com a aquisição e entrega dos produtos	Produto	n/a	Tabela de preços da PME ¹
Compradores-públicos	Valor pago pelo comprador-público nos lotes de pregões	Produto	n/a	Portal Transparência ¹
	Prazo médio de pagamento estabelecido pelo comprador	dias	30	Portal de Compras MG ¹

	Histórico de pagamentos em atraso entre 2015 e 2019	% de atrasos	n/a	Portal Transparência ¹
Transações	CT <i>ex-ante</i> com coleta de informações e preparação de propostas	Valor do contrato	1,6% ²	Schmidt (2015)
	CT <i>ex-post</i> com execução e monitoramento do contrato	Valor do contrato	3,5% ³	Li et al. (2014)
	Tributos SIMPLES Nacional	Faturamento bruto	4,0% a 19,0%	Brasil (2006;2014)

Nota: 1. Dados disponíveis em Libório (2020). **2.** Percentual varia (para cima ou para baixo) conforme o número de itens nos lotes. **3.** Percentual varia (para cima ou para baixo) conforme a quantidade de contratos e conforme o valor não pago por produtos entregues. n/a. Não se aplica, pois os valores variam conforme os lotes, comprador ou produto.

4.2. Tipificação dos lotes dos pregões

A etapa de tipificação dos lotes dos pregões se divide em exclusão de *outliers*, análise de agrupamentos, visualização dos grupos e caracterização dos grupos. Os cálculos foram executados no *Software R* (De Micheaux et al., 2013). Os *outliers* foram identificados por meio do método de distância de Cook (1977). A distância de Cook avalia a influência da exclusão de cada ponto de dados *i* em todos os possíveis coeficientes de uma regressão (Cook, 1977). Assim, é possível identificar e excluir observações atípicas multivariadas. Diferentemente de métodos como o diagrama de caixa e a análise de desvio padrão que permitem identificar observações atípicas univariadas (Aguinis et al., 2013).

A tipificação dos lotes dos pregões foi realizada por meio do algoritmo k-médias de MacQueen (1967). O k-médias separa observações diferentes em grupos diferentes e observações semelhantes em um mesmo grupo conforme a distância entre os diferentes atributos das observações (Jain, 2010). Métodos de definição ótima de número de grupos e de validade de agrupamentos foram empregados para obter grupos coesos e com boa resolução. Isto é, grupos homogêneos internamente e heterogêneos entre grupo.

O número de grupos foi definido pelo método de cotovelo de Thorndike (1953). O método de cotovelo analisa a porcentagem de variância explicada em função do número de grupos (Yuan & Yang, 2019). O número ideal de grupos é definido quando o ganho marginal da variância explicada pela adição de um novo grupo produz um ângulo semelhante a um cotovelo (Kassambara, 2017). A quantidade de grupos é definida pelo ponto o qual o aumento no número de grupos não melhora a qualidade dos agrupamentos (Yuan & Yang, 2019).

A coesão e resolução dos agrupamentos foi verificada por meio da largura média da silhueta ou coeficiente de silhueta (Rousseeuw, 1987). A coesão mede similaridade entre as observações dentro dos grupos, enquanto a resolução mede dissimilaridade entre os grupos (Yuan & Yang, 2019). O coeficiente de silhueta varia entre -1 e 1. valores iguais a zero indicam que as observações estão entre dois grupos, valores positivos indicam que as observações estão bem agrupadas e valores negativos indicam que as observações estão em grupos errados (Kaufman & Rousseeuw, 2009).

A visualização da análise de agrupamentos foi realizada a partir da Análise de Componentes Principais (ACP) (Wold et al., 1987). O algoritmo k-médias atribui as observações aos grupos a partir de muitas variáveis, enquanto as representações gráficas se limitam a duas variáveis. A ACP reduz a dimensão do problema, oferecendo uma visualização das duas componentes que retêm a maior variância (*Average Variance Explained*, AVE) dos dados de entrada.

Por fim, os valores médios dos contratos de cada grupo para cada uma das quatro variáveis serviram de base para tipificar os lotes dos pregões

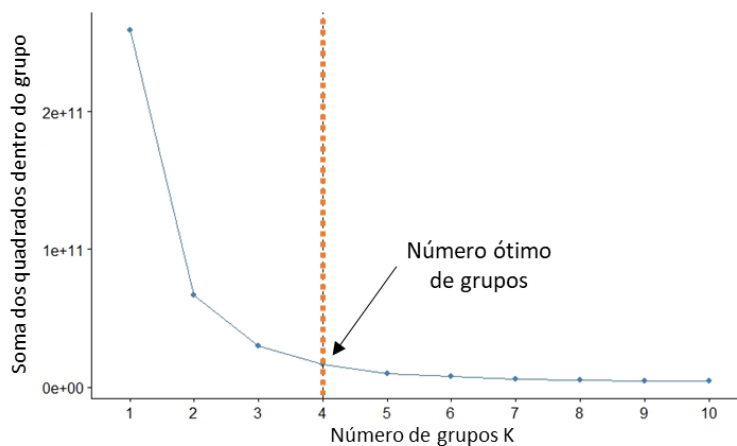
4.3. Simulação

Os códigos da otimização disponíveis em Libório (2020) foram desenvolvidos em quatro blocos no *Software Octave* (Eaton et al., 1997). O primeiro bloco carrega os dados de lotes de pregões e dos parâmetros de entrada do modelo (valor do contrato; percentual de pagamentos em atraso; quantidade de itens no lote/pregão; custos de transação; e custo de aquisição e entrega dos produtos). No segundo bloco estão as configurações iniciais da otimização. Número de lotes/pregões dado por $n_{var}=1.197$. Número de iterações dado por $n_{iter}=100$. Quantidade de simulações dado por $n_{execucoes}=30$. O terceiro bloco traz a Função Objetivo de otimização do lucro e os dados editáveis do modelo (crédito inicial; número de dias para pagamento, recebimento e recebimento em atraso; tabela do SIMPLES, alíquotas e descontos por faixa de faturamento). No quarto bloco estão os parâmetros do código do PSO. Número de partículas dado por $s_{size}=100$. Peso em direção ao **gbest** e **pbest** dado por $v_{max}=1$ e $v_{min}=0$. Velocidades das partículas dada por $v=2$. Pesos em direção ao **gbest** e **pbest** dado por $h_{max}=1$ e $h_{min}=0.3$.

5. Apresentação dos Resultados.

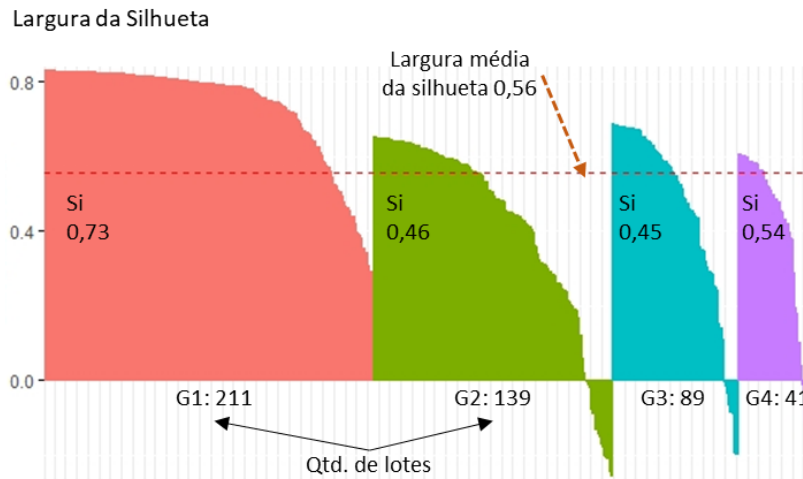
O gráfico da Figura 1 mostra que a variância explicada dentro dos grupos diminui à medida que se aumenta o número de grupos. Essa diminuição é menor após o quarto grupo.

Figura 01: Definição do número de grupos pelo método de cotovelo



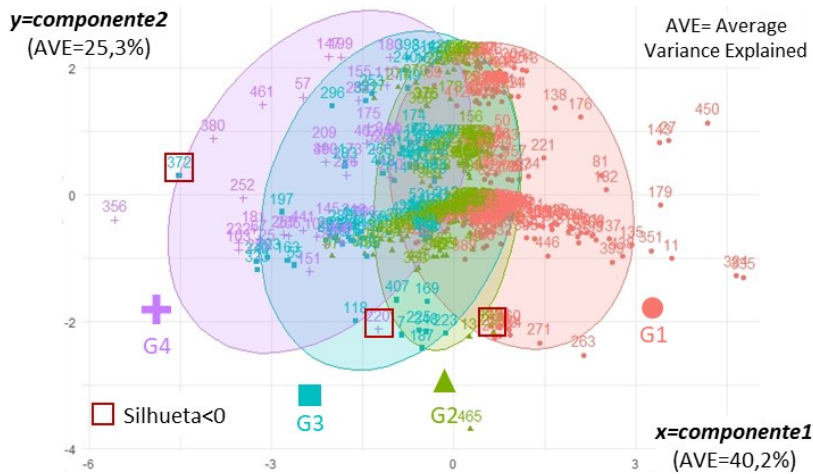
Os primeiros grupos explicam a maior parte da variância dos dados. O ganho marginal da explicação cai a partir do ponto quatro onde se forma um cotovelo. Isso significa que o aumento no número de grupos a partir do ponto quatro não melhora a qualidade dos agrupamentos. A largura média da silhueta mostrada no gráfico da Figura 2 confirma a qualidade do agrupamento com quatro grupos. A largura média da silhueta é positiva e superior a 0,50

Figura 02: Qualidade dos agrupamentos pelo método largura da silhueta



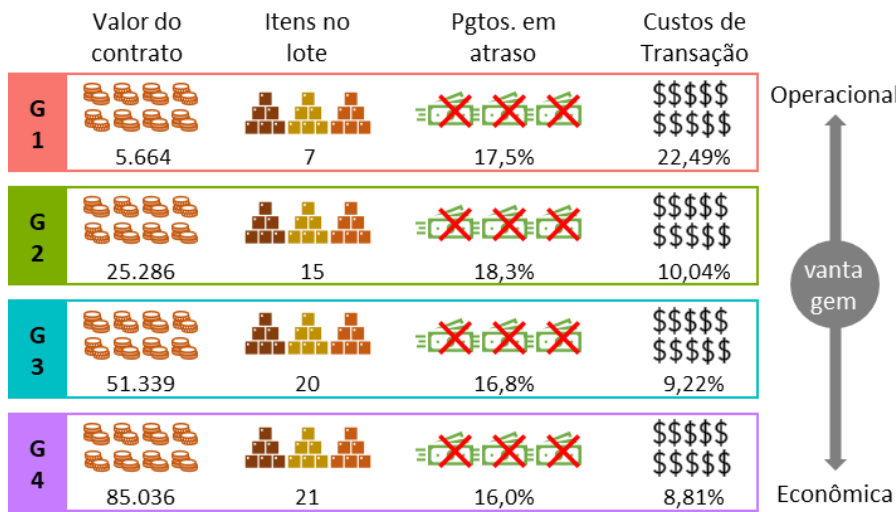
A maior parte das observações apresentam largura de silhueta positiva. Isso significa que os lotes de pregões estão colocados no grupo correto. Poucas observações apresentam largura de silhueta negativa ou nula. Portanto, poucos lotes de pregões foram colocados no grupo errado ou colocadas entre dois grupos. Pelo k-médias, o Grupo 1 concentra a maior parte dos lotes com um total de 211 observações. O Grupo 2 concentra 139 observações, enquanto o Grupo 3 e 4 concentram 89 e 41 observações, respectivamente. O gráfico de dispersão mostrado pela Figura 3 facilita a visualização da distribuição das observações entre os 4 grupos

Figura 03. Visualização da distribuição das observações entre os grupos



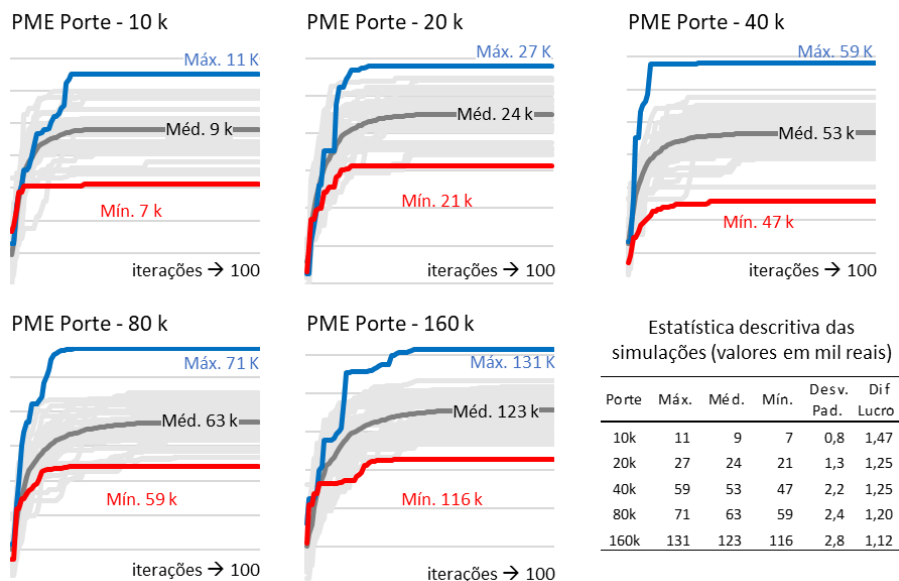
Os eixos x e y representam primeira e a segunda componentes obtidas na ACP. Pode-se afirmar pela soma da AVE dessas duas componentes que 65,5% das informações das variáveis de entrada estão contempladas no gráfico. A Figura 3 oferece uma boa visão de como as observações se distribuem entre os grupos. Observa-se pelo gráfico de dispersão que a grande maioria das observações estão colocadas nos grupos corretos. As observações colocadas em grupos erradas podem ser visualizadas por quadrados vermelhos. A Figura 4 traz a caracterização dos lotes dos pregões com base nos quatro grupos definidos pelo k-médias

Figura 04. Características dos lotes dos pregões



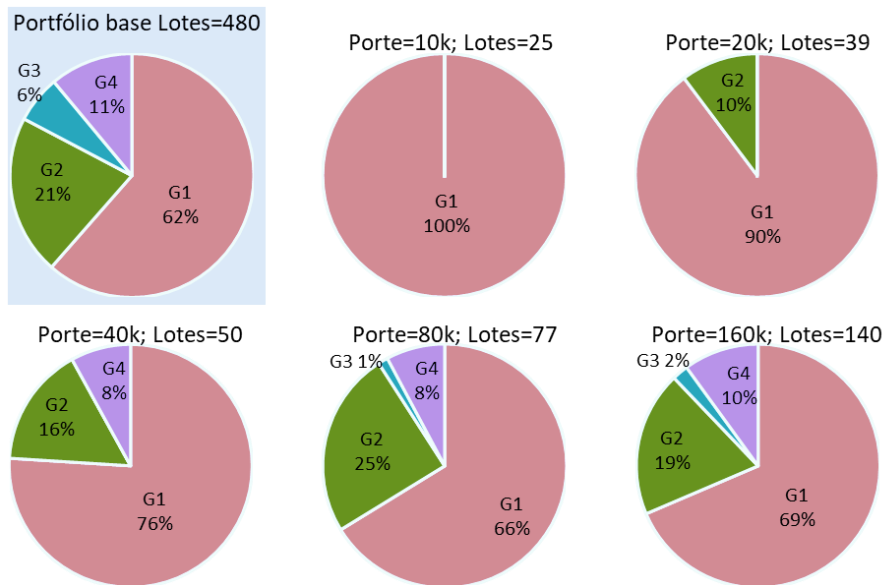
A Figura 4 indica a existência de dois tipos de lotes de pregões. O primeiro tipo reúne lotes dos pregões dos Grupos 1 e 2. Esses dois grupos são formados por lotes de contratos menores, com menos itens, maior percentual de pagamentos em atraso e maiores CT. Sugere-se que os lotes dos pregões desses dois grupos são operacionalmente mais vantajosos para as PMEs. Isso porque as PMEs que enfrentam limitações de recursos financeiros para participar do processo de contratação pública e de recursos humanos para coletar informações. Por sua vez, no segundo tipo estão os lotes dos pregões colocados nos grupos 3 e 4. Os lotes de pregões desses grupos têm maior valor de contrato e de itens e menores percentuais de pagamentos em atraso e CT. Sugere-se que esse segundo tipo de lotes de pregões é economicamente mais vantajoso. A Figura 5 revela que as PMEs podem otimizar seu lucro entre 1,12 e 1,47 vezes a partir da seleção do portfólio de pregões.

Figura5. Evolução do Lucro da PME para os cinco cenários de crédito inicial.



Percebe-se pelos gráficos que o Lucro da PME converge para o resultado ótimo antes da 50 iteração independentemente do cenário de crédito inicial. Percebe-se ainda que a otimização é mais expressiva para as PME com menor crédito inicial. Partindo dos maiores lucros, ou seja, do maior valor de **gbest** das trinta simulações, é possível conhecer o portfólio de lotes de pregões que a PME deve selecionar. A Figura 6 fornece as características desses portfólios

Figura 6. Portfólio de lotes de pregões que otimiza o lucro da PME



Os gráficos de perfil de portfólio apresentados na Figura 6 permitem afirmar que os contratos economicamente mais vantajosos são pouco aproveitados pelas PMEs. Na melhor das hipóteses, PMEs com crédito inicial de 160k possuem 12% de contratos economicamente mais vantajosos no portfólio, ou seja, lotes de pregões dos grupos 3 e 4. Caso os lotes de pregões fossem divididos igualmente entre as empresas, as PMEs teriam em seu portfólio 17% de contratos dos grupos 3 e 4 como se percebe pela leitura do perfil do portfólio base. Interessante notar que o crédito inicial da PME está negativamente correlacionado ao percentual de lotes de pregões dos grupos 1 e 2 no portfólio e positivamente correlacionada ao número de participações em pregões¹⁰.

Esses resultados permitem chegar a três conclusões. Primeira, a chance de sucesso das PMEs em licitações é maior para contratos de maior valor (Di Mauro et al., 2020) porque o número de PMEs interessadas em participar desse tipo de lote é menor. Segunda, a limitação de recursos operacionais e financeiros minam a chance sucesso das PMEs (Cabral et al., 2015) devida ao percentual elevado de lotes de pregões de contratos de alto valor e muitos itens. Terceira, a capacidade processual tem um efeito significativo e positivo na chance de sucesso e na receita total derivada de contratos públicos (Flynn & Davis, 2017) porque tais condições possibilitam que a PME participe de lotes de pregões com menos interessados e com CT menores

5.1. Discussões e contribuições

Flynn e Davis (2016) revelam que os compradores-públicos não estão cumprindo todas as políticas de incentivo às PME, especialmente a divisão de contratos em lotes. No Brasil, trata-se do instrumento que reserva até 25% dos processos de aquisição de bens de natureza divisível em lotes (Souza & Maciel, 2016; Cunha & Le Bourlegat, 2016). Além disso, pesquisadores questionam

¹⁰ Coeficientes de correlação: -0,776 e 0,998 para nível de significância de 0,01.

a eficiência de uma lei que aumenta a participação das PMEs em pregões, mas não aumenta suas chances de sucesso (Cabral et al., 2015; Glas & Elbig, 2018; Ancarani et al., 2019; Di Mauro et al., 2020).

Os resultados apresentados nesta pesquisa levam a uma conclusão um pouco diferente. A escolha racional que busca otimizar o lucro considerando limitações econômico-financeiras e operacionais e as características dos lotes dos pregões leva as PMEs a competirem entre si por contratos de baixo valor e com menor número de itens. Isso significa que as chances de sucesso não aumentam simplesmente porque as limitações das PMEs tornam sua atuação em contratos de alto valor e baixos CT pouco lucrativa. Logo, a chance de sucesso das PMEs em contratos de alto valor não é determinada somente pela competência, experiência ou limitação de recursos (Cabral et al., 2015; Flynn & Davis, 2017; Di Mauro et al., 2020), mas pela escolha racional que busca o lucro. PMEs se deparam com CT maiores não em razão da escala, escopo, experiência e aprendizado (Ancarani et al., 2019). Nem porque têm maiores custos de oportunidade em redirecionar tempo e recursos para a busca e preparação de concursos públicos (Di Mauro et al., 2020). PMEs se deparam com CT maiores porque otimizam seus lucros ao selecionar lotes de pregões que lhes impõem menos restrições operacionais (menor valor e número de itens), mas que ao mesmo tempo estão associados à maiores CT.

Por isso, esta pesquisa defende que a eficiência da lei deve considerar o interesse das PMEs por lucros maiores. Nesse sentido, entende-se fundamental garantir que compradores não continuem descumprindo a divisão de contratos em lotes (Flynn & Davis, 2016). Em relação à medida que reserva de até 25% dos processos de aquisição de bens em lotes (Souza & Maciel, 2016; Cunha & Le Bourlegat, 2016) Sugere-se aumentar o percentual de lotes estabelecido na lei para compatibilizar o perfil dos lotes dos pregões às limitações operacionais e econômicas das PMEs.

6. Conclusões

Esta pesquisa mostra que o portfólio de lotes dos pregões licitados é incompatível com a capacidade econômico-financeira e operacional das PMEs. Embora 83% dos lotes dos pregões sejam de baixo valor e com menor número de itens, este percentual é menor do que o desejável. PMEs com crédito inicial de 10k, 20K, 40K, 80K e 160k otimizam seus lucros ao adotar uma estratégia de seleção de portfólio composto por lotes dos pregões dos grupos 1 e 2 nos seguintes percentuais: 100%, 100%, 92%, 91% e 88%. Isso indica que o percentual de até 25% de processos licitatórios destinados à aquisição de bens de natureza divisível em lotes pode ser insuficiente. Limitações operacionais associadas ao valor do contrato e número de itens nos lotes dos pregões são mais decisivas na definição do portfólio das PMEs do que as vantagens econômicas associadas à menores CT ou ao percentual de pagamentos em atraso. Isso significa que as medidas de incentivo ao sucesso das PMEs podem ser facilmente alavancadas ao se limitar o valor e o número de itens por lotes dos pregões.

Os resultados desta pesquisa trazem um pouco mais do que a intuição para explicar por que as medidas que incentivam a participação e o sucesso das PMEs em contratações públicas não são tão ineficientes como se sugere na literatura. O que se sugere aqui é que a análise da eficiência não pode ser dissociada do interesse das partes envolvidas. Por mais que seja difícil compatibilizar interesses, a introdução de leis voltadas exclusivamente para um dos espectros atingidos pode não ser eficiente. Nota-se no exemplo explorado nessa pesquisa que a tentativa de compatibilizar o interesse do estado em promover o desenvolvimento regional e a redução dos CT em contratações públicas falha em parte justamente por desconsiderar o interesse das PMEs, por mais que tais interesses sejam moldados pelas limitações operacionais e/ou financeiras destas. Enfim, eficiência não é compatibilizar interesses?

7. Referências

- Abedinia, O., Zareinejad, M., Doranehgard, M. H., Fathi, G., & Ghadimi, N. (2019). Optimal offering and bidding strategies of renewable energy based large consumer using a novel hybrid robust-stochastic approach. *Journal of cleaner production*, 215, 878-889.
- Aguinis, H., Gottfredson, R. K., & Joo, H. (2013). Best-practice recommendations for defining, identifying, and handling outliers. *Organizational Research Methods*, 16(2), 270-301.
- Akenroye, T. O., Owens, J. D., Elbaz, J., & Durowoju, O. A. (2020). Dynamic capabilities for SME participation in public procurement. *Business Process Management Journal*, 26(4), 857-888.
- Ancarani, A., Di Mauro, C., Hartley, T., & Tátrai, T. (2019). A comparative analysis of SME friendly public procurement: results from Canada, Hungary and Italy. *International Journal of Public Administration*, 42(13), 1106-1121.
- Balaeva, O., & Yakovlev, A. (2017). Estimation of costs in the Russian public procurement system. *International Journal of Procurement Management*, 10(1), 70-88.
- Boonchuay, C., & Ongsakul, W. (2012). Risk-constrained optimal bidding strategy for a generation company using self-organizing hierarchical particle swarm optimization. *Applied Artificial Intelligence*, 26(3), 246-260.
- Cabral, S., Reis, P. R. D. C., & Sampaio, A. D. H. (2015). Determinantes da participação e sucesso das micro e pequenas empresas em compras públicas: uma análise empírica. *Revista de Administração (São Paulo)*, 50(4), 477-491.
- Chen, W. (2015). Artificial bee colony algorithm for constrained possibilistic portfolio optimization problem. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 429, 125-139.
- Chen, W., & Zhang, W. G. (2010). The admissible portfolio selection problem with transaction costs and an improved PSO algorithm. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(10), 2070-2076.
- Coase, R. H. (1991). The nature of the firm (1937). *The Nature of the Firm. Origins, Evolution, and Development*. New York, Oxford, 18-33.
- Cook, R. D. (1977). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*, 19(1), 15-18.
- Cunha, M. A. D. S., & Le Bourlegat, C. A. (2016). Inclusão e perspectivas de desenvolvimento da microempresa e empresa de pequeno porte no processo de compras governamentais na esfera federal. *Interações (Campo Grande)*, 17(3), 410-421.
- Darwish, A. (2018). Bio-inspired computing: Algorithms review, deep analysis, and the scope of applications. *Future Computing and Informatics Journal*, 3(2), 231-246.
- De Micheaux, P. F., Drouilhet, R., & Liquet, B. (2013). *The R software: fundamentals of programming and statistical analysis*. Springer, New York, pp 487-489.
- Di Mauro, C., Ancarani, A., & Hartley, T. (2020). Unravelling SMEs' participation and success in public procurement. *Journal of Public Procurement*.

Eberhart, R., & Kennedy, J. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of the IEEE international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948). Citeseer.

Faria, E. R. D., Ferreira, M. A. M., Santos, L. M. D., & Silveira, S. D. F. R. (2010). Fatores determinantes na variação dos preços dos produtos contratados por pregão eletrônico. *Revista de Administração Pública*, 44(6), 1405-1428.

Fee, R., Erridge, A., & Hennigan, S. (2002). SMEs and government purchasing in Northern Ireland: Problems and opportunities. *European Business Review*.

Fernandes, C., & Campos, C. (2019). Compras Públicas no Brasil: Tendências de inovação, avanços e dificuldades no período recente. *Administração Pública e Gestão Social*, 11(4).

Flynn, A., & Davis, P. (2014). Theory in public procurement research. *Journal of public procurement*, 14(2), 139-180.

Flynn, A., & Davis, P. (2016). The policy–practice divide and SME-friendly public procurement. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(3), 559-578.

Flynn, A., & Davis, P. (2017). Investigating the effect of tendering capabilities on SME activity and performance in public contract competitions. *International Small Business Journal*, 35(4), 449-469.

Gico Júnior, I. T., & Lautenschlager, L. (2016). A efetividade da obrigatoriedade da inserção do critério de sustentabilidade nas compras públicas de 2010 a 2014. *Universitas Jus*, 27(1).

Glas, A. H., & Eßig, M. (2018). Factors that influence the success of small and medium-sized suppliers in public procurement: evidence from a centralized agency in Germany. *Supply Chain Management: An International Journal*, 23(1), 65–78.

Guarnieri, P., & Gomes, R. C. (2019). Can public procurement be strategic? A future agenda proposition. *Journal of Public Procurement*.

Hawkins, T., Gravier, M., & Randall, W. S. (2018). Socio-economic sourcing: benefits of small business set-asides in public procurement. *Journal of Public Procurement*, 18(3), 217-239.

Horadam, K. J. (2012). *Hadamard matrices and their applications*. Princeton university press.

Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern recognition letters*, 31(8), 651-666.

Kalayci, C. B., Ertenlice, O., Akyer, H., & Aygoren, H. (2017). An artificial bee colony algorithm with feasibility enforcement and infeasibility toleration procedures for cardinality constrained portfolio optimization. *Expert Systems with Applications*, 85, 61-75.

Kar, A. K. (2016). Bio inspired computing—a review of algorithms and scope of applications. *Expert Systems with Applications*, 59, 20-32.

Kassambara, A. (2017). *Practical guide to cluster analysis in R: Unsupervised machine learning* (Vol. 1). Sthda.

Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis* (Vol. 344). John Wiley & Sons.

Kazemi, M., Zareipour, H., Ehsan, M., & Rosehart, W. D. (2016). A robust linear approach for offering strategy of a hybrid electric energy company. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(3), 1949-1959.

Kumar, J. V., & Kumar, D. V. (2014). Generation bidding strategy in a pool based electricity market using Shuffled Frog Leaping Algorithm. *Applied Soft Computing*, 21, 407-414.

Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006 (2006). Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm. Acesso em: novembro 2020.

Lei Complementar nº 147, de 23 de dezembro de 2014 (2014). Altera a Lei Complementar nº 123, de 14/12/2006, e as Leis nº 5.889, de 08/06/1973, 11.101, de 09/02/2005, 9.099, de 26/09/1995, 11.598, de 03/12/2007, 8.934, de 18/11/1994, 10.406, de 10/01/2002, e 8.666, de 21/06/1993; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp147.htm. Acesso em: novembro 2020.

Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993 (1993). Institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Ministério da Fazenda.

Lei Nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010 (2010). Altera as Leis nº 8.666, de 21/06/1993, 8.958, de 20/12/1994, e nº 10.973, de 02/12/2004; e revoga o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.273, de 06/02/2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112349.htm. Acesso em: 15 novembro 2020.

Li, G., Shi, J., & Qu, X. (2011). Modeling methods for GenCo bidding strategy optimization in the liberalized electricity spot market—A state-of-the-art review. *Energy*, 36(8), 4686-4700.

Li, H., Arditi, D. and Wang, Z. (2014), "Transaction costs incurred by construction owners", *Engineering Construction and Architectural Management*, 21(4), 444-458

Libório, M (2020). O efeito do atraso de pagamentos nos Custos e Transação em contratações públicas. Mendeley Data, V3, doi: <https://data.mendeley.com/datasets/38nwg95vf/3>.

Libório, M. P., Bernardes, P., Ekel, P. I., Gico Júnior, I. T. (2021). A abordagem da Análise Econômica do Direito em contratações públicas: uma revisão sistemática da literatura do Brasil. *Economic Analysis of Law Review*, 12(2), 110-144.

Loader, K. (2007). The challenge of competitive procurement: value for money versus small business support. *Public money and management*, 27(5), 307-314.

Loader, K. (2015). SME suppliers and the challenge of public procurement: Evidence revealed by a UK government online feedback facility. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 21(2), 103-112.

Machado-Coelho, T. M., Machado, A. M. C., Jaulin, L., Ekel, P., Pedrycz, W., & Soares, G. L. (2017). An interval space reducing method for constrained problems with particle swarm optimization. *Applied Soft Computing*, 59, 405-417.

MacQueen, J. (1967, June). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability* (Vol. 1, No. 14, pp. 281-297).

Mathur, S. P., Arya, A., & Dubey, M. (2017). Optimal bidding strategy for price takers and customers in a competitive electricity market. *Cogent Engineering*, 4(1), 1358545.

Najafi, A. A., & Mushakhian, S. (2015). Multi-stage stochastic mean–semivariance–CVaR portfolio optimization under transaction costs. *Applied Mathematics and Computation*, 256, 445-458.

Niebuhr, P. M., & Oliveira, C. L. (2018). The Cost of Administration in Administrative Contracts: An Analysis of the Economic Repercussion of the Exorbitant Clauses and the Abuse of the Position of the Public Administration as Contractor. *Rev. Just. Direito*, 32, 528.

Nojavan, S., Zare, K., & Ashpazi, M. A. (2015). A hybrid approach based on IGDT–MPSO method for optimal bidding strategy of price-taker generation station in day-ahead electricity market. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 69, 335-343.

Pavel, J. (2018). Private Transaction Costs of Procurement and Factors Affecting Their Value. *POLITICKA EKONOMIE*, 66(1), 20-34.

Pinto, V. R. R. (2020). Um breve histórico sobre inovações em compras e licitações públicas no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 63378-63397.

Prabavathi, M., & Gnanadass, R. (2015). Energy bidding strategies for restructured electricity market. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 64, 956-966.

Rao, C. J., Zheng, J. J., Hu, Z., & Goh, M. (2016). Compound mechanism design in multi-attribute and multi-source procurement of electricity coal. *Scientia Iranica. Transaction E, Industrial Engineering*, 23(3), 1384.

Rao, C., & Wu, X. (2012). Optimization decision method for procuring divisible goods. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 5(6), 1160-1172.

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of computational and applied mathematics*, 20, 53-65.

Santana, J. E (2014). Novo estatuto da ME e EPP. Lei Complementar n. 147, de 7 de agosto de 2014. *Essencialidades e orientações*. Belo Horizonte: Ed. Fórum.

Schmidt, M. (2015). Price Determination in Public Procurement: A Game Theory Approach. *European Financial and Accounting Journal*, 10(1), 49-62.

Simon, H. A. (1979). Rational decision making in business organizations. *The American economic review*, 69(4), 493-513.

Soleymani, S. (2011). Bidding strategy of generation companies using PSO combined with SA method in the pay as bid markets. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 33(7), 1272-1278.

Souza, W. K. A., & Maciel, L. L. B. (2016). Fomento à participação de micro e pequenas empresas nas compras públicas: impactos da regulamentação da Lei Complementar nº 147/2014 em Minas Gerais. *Compras públicas estaduais–Boas práticas brasileiras*, 107.

Thorndike, R. L. (1953). Who belongs in the family?. *Psychometrika*, 18(4), 267-276.

Ting, C. J., Tsai, C. Y., & Yeh, L. W. (2007). The use of particle swarm optimization for order allocation under multiple capacitated sourcing and quantity discounts. *Industrial Engineering & Management Systems*, 6(2), 136-145.

Tuo, S., & He, H. (2018). Solving complex cardinality constrained mean-variance portfolio optimization problems using hybrid hs and TLBO algorithm. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 52(3).

Williamson, O. E. (1979). Transaction-cost economics: the governance of contractual relations. *The journal of Law and Economics*, 22(2), 233-261.

Wold, S., Esbensen, K., & Geladi, P. (1987). Principal component analysis. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 2(1-3), 37-52.

Yuan, C., & Yang, H. (2019). Research on K-value selection method of K-means clustering algorithm. *J—Multidisciplinary Scientific Journal*, 2(2), 226-235.

Yucekaya, A. D., Valenzuela, J., & Dozier, G. (2009). Strategic bidding in electricity markets using particle swarm optimization. *Electric Power Systems Research*, 79(2), 335-345.

Zhang, W. G., Liu, Y. J., & Xu, W. J. (2012). A possibilistic mean-semivariance-entropy model for multi-period portfolio selection with transaction costs. *European Journal of Operational Research*, 222(2), 341-349.

Zhu, X., Yu, Q., & Wang, X. (2006, August). Strategic learning in the sealed-bid bargaining mechanism by particle swarm optimization algorithm. In *International Conference on Intelligent Computing* (pp. 524-529). Springer, Berlin, Heidelberg