

# Modelo baseado em agentes e Contabilidade gerencial: Comportamento gerencial dependente da cultura à luz de restrições orçamentárias

Edgard Cornacchione , Luciane Reginato 

Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil.



<sup>1</sup>edgardbc@usp.br

<sup>2</sup>lucianereginato@usp.br

## Editado por:

Orleans Silva Martins  
Paulo Roberto da Cunha

## Resumo

**Objetivo:** O artigo visa a criação de um modelo para simular o comportamento gerencial dentro de um processo orçamentário que permita a análise da evolução do desempenho global e atributos comportamentais específicos dos gestores.

**Método:** Este estudo explora o modelo baseado em agente (ABM – Agent-Based Model) em contabilidade gerencial, usando Python e Mesa. O modelo adota uma empresa Prestadora de Serviços ao Consumidor e seu processo de orçamentação trimestral de vendas para uma rede de 400 agências ao longo de 5 anos, condicionada à cultura da empresa (autoritária ou participativa).

**Resultados e discussões:** Os resultados mostram que as empresas autoritárias geraram muito mais vendas com capital humano gerencial e mercado similares, sob demanda crescente e forte; empresas autoritárias pagaram mais bônus como parte de seu sistema de recompensas. Em geral, uma cultura autoritária pode se beneficiar mais em um cenário de forte demanda que empresas participativas, potencialmente devido à folga orçamentária na negociação. Por outro lado, as formas autoritárias apresentaram níveis mais baixos de felicidade e engajamento entre seus gestores.

**Contribuições:** As contribuições são apontadas sob três campos: (a) prática e pesquisa em contabilidade gerencial (com parâmetros e condições sob a estrutura ABM, o estudo contribui para explicar o papel da cultura autoritária desde o nível micro, agentes, até o nível macro, desempenho da empresa); (b) estratégia de ciência e pesquisa (confirmando o potencial da contabilidade computacional, com base na implementação bem-sucedida de simulação ABM em Python e Mesa, e enfatizando uma linha de pesquisa que poderia ser adotada em tópicos de modelagem comportamental lidando com dados potencialmente indisponíveis) e (c) educação contábil (oferecendo programas de estímulo de graduação ou pós-graduação e educação profissional continuada, destacando análises de dados altamente exigidas e soluções orientadas para modelagem).

**Palavras-chave:** Modelo Baseado em Agentes, Orçamento, Contabilidade gerencial, Contabilidade computacional, Agentes de negociação.

## Como citar:

Cornacchione, E., & Reginato, L. Modelo baseado em agentes e Contabilidade gerencial: Comportamento gerencial dependente da cultura à luz de restrições orçamentárias. *Advances in Scientific and Applied Accounting*. Recuperado de <https://asaa.anpcont.org.br/index.php/asaa/article/view/763>

Recebido: Dezembro 07, 2020  
Revisões requeridas: Abril 15, 2022  
Aceito: Abril 21, 2022

## Introdução

A contabilidade gerencial, como campo prático e de pesquisa, está constantemente exposta a desafios e oportunidades de evolução (Appelbaum et al., 2017), afetando diretamente estudiosos e profissionais. Em meio ao estudo e ao enfrentamento de desafios, pesquisadores e profissionais de gestão, também da área de contabilidade gerencial, testemunharam inúmeras soluções surgirem e desaparecerem logo em seguida, deixando espaço para desapontamentos: os chamados modismos gerenciais.

Com foco na contabilidade gerencial, Cokins (2013) explora um quadro de seis épocas, com a respectiva referência temporal: (a) antiga (20.000 aC), (b) medieval (1494), (c) era industrial (1911), (d) conformidade regulatória (1930), (e) consumidor (1980) e (f) análise preditiva (2015). Esta é uma abordagem interessante para ajudar a explicar os principais movimentos no campo, especialmente a transição da abordagem descritiva tradicional para uma contabilidade mais prospectiva e preditiva, à luz das novas demandas gerenciais recentes de modelos de negócios e organizações inovadoras, revelando uma “transição de contabilidade gerencial para relatar custos e lucros à economia gerencial para suporte e análise de decisões que impactam o futuro” (Cokins, 2013, p. 29).

Nessa linha, Lawson (2018) vincula a evolução da contabilidade gerencial, em termos de visão (por exemplo, supervisão, retrospectiva, *insight*, previsão) e o conjunto de habilidades necessárias, ao valor da profissão, de descritivo à análise preditiva, prescritiva e adaptativa. Tudo isso, endossando claramente uma forte dependência de tecnologia e análise, juntamente com a necessidade de capacitação (Samuel, 2018).

Com base em fatores intrínsecos e extrínsecos, que afetam a contabilidade gerencial, Cokins (2013) sugere grandes tendências: (a) expansão do produto para o canal e análise de lucratividade do cliente, (b) a expansão do papel da contabilidade gerencial com a gestão de desempenho empresarial, (c) a mudança para contabilidade preditiva, (d) análise de negócios, (e) métodos de contabilidade gerencial coexistentes e aprimorados, (f) gerenciamento de tecnologia da informação e serviços compartilhados como um negócio, e (g) a necessidade de melhores habilidades e competência com gestão comportamental de custos.

Considerando essas tendências, reforçadas pela literatura especializada, fica clara a necessidade de avançar

criticamente no âmbito teórico e prático da contabilidade gerencial. Tomando a mudança para a contabilidade preditiva e a crescente presença de dados e tecnologia, torna-se razoável antecipar “mudanças dramáticas nas habilidades que os contadores gerenciais precisam nesta área” (Lawson, 2018, p. 42) para fornecer um valor importante na otimização do desempenho organizacional.

Nesse cenário da contabilidade gerencial encontra-se um importante potencial ainda a ser explorado. O presente artigo, explora justamente a lacuna de pesquisa existente (Bushman et al., 1995; Davis, 2007; Wall, 2016) entre estudos analíticos e empíricos em contabilidade gerencial, com uma nova abordagem para interpretar o comportamento gerencial à luz da cultura em relação às restrições orçamentárias que afetam o desempenho organizacional dentro do paradigma do Agent-Based Model (ABM). Reconhecemos o ABM como uma “abordagem fundamental para sistemas de modelagem compostos de ... agentes que interagem” (Macal & North, 2010) e, como afirmado por Davis e Pesch (2013), “um [método] relativamente novo na pesquisa contábil ... a emergência de fenômenos de nível macro a partir de interações de nível micro” (p. 470).

Satra (2017) reconhece o ABM como um método relativamente novo nas ciências sociais, com uma presença tímida, mas não sem mencionar seu potencial, especialmente em situações em que elementos ligados ao fenômeno de interesse podem ser difíceis de descobrir ou observar diretamente. O potencial do ABM em estudos de ciência da gestão também é abordado por Wall (2016), destacando a riqueza do método para apresentar *insights* teóricos onde conjuntos de dados empíricos atuais e tradicionais podem não estar disponíveis (por exemplo, limitações de coleta de dados ou restrições de gerenciamento na revelação da estratégia ou dados sensíveis). Além disso, Davis et al. (2007) consideram o ABM como uma alternativa útil (ou como registrado por eles, “um ponto ideal”) ao considerar estudos de caso, modelagem formal e teste teórico com análise estatística.

Assim, este estudo visa criar um modelo para simular o comportamento gerencial dentro de um processo orçamentário e analisar a evolução do desempenho geral e atributos comportamentais específicos, tanto no nível da empresa quanto do gerente.

O modelo baseado em agentes (ABM), criado nesta pesquisa, adota uma empresa prestadora de serviços ao

consumidor e seu processo de orçamentação trimestral de vendas para uma rede de 400 agências ao longo de 5 anos, condicionada à cultura da empresa (autoritária ou participativa). Os agentes são gerentes de agência, cada um responsável pelo desempenho da respectiva agência. Coexistem atributos no nível da empresa (por exemplo, cultura, serviços prestados, sistema de recompensa, localização da filial e demanda potencial, e vendas) e no nível do gerente (por exemplo, ambição, metas, felicidade, engajamento, bônus e orçamento não alcançado). As regras do modelo envolvem funções operacionais (por exemplo, previsão e vendas reais) e comportamentais (por exemplo, negociação de metas de vendas, felicidade e engajamento).

A literatura ABM normalmente considera tipos de agentes distintos. Para este estudo trabalhamos com o primeiro tipo de agente da tipologia de Chen (2012), que inclui: (a) agentes simples (programados), (b) agentes autônomos e (c) agentes humanos. Neste estudo, os agentes possuem atributos de traço (mantidos constantes ao longo da simulação) e de estado (variável ao longo da simulação) que são explorados e analisados.

Além do modelo, o trabalho contou com análise de dados para tratar os resultados com base em intensa simulação de modelo, lidando com mais de 19 milhões de pontos de dados principais. As simulações podem servir a propósitos distintos, tais como: previsão, desempenho, treinamento, entretenimento, educação, comprovação e descoberta de teorias (Axelrod, 2006). Este estudo focou na previsão, que segundo Dooley (2002) é quando “a simulação toma um modelo, composto por uma estrutura e regras que regem essa estrutura e produz saída (comportamento observado). Ao comparar diferentes resultados obtidos por meio de diferentes estruturas e regras de governo, os pesquisadores podem inferir o que poderia acontecer na situação real se tais intervenções ocorressem” (p. 830).

As contribuições deste estudo são três, apontando para (a) prática e pesquisa em contabilidade gerencial, (b) ciência e estratégia de pesquisa (método) e (c) educação contábil. Tais contribuições são apresentadas em detalhes junto com a conclusão.

## Revisão de Literatura

### **Contabilidade Computacional e Estudos de Contabilidade Gerencial**

A contabilidade gerencial e a contabilidade computacional são os principais elementos da revisão de literatura deste

estudo. Usamos o termo contabilidade computacional como um espelho da economia computacional, que é considerada uma disciplina de pesquisa na interface da ciência da computação, economia e ciência da gestão (ACE, 2018; Amman, 1988; SCE, 2019).

Hesford et al. (2007) realizaram um estudo bibliográfico com 10 periódicos, abrangendo um período de 20 anos de 1981 a 2000, tendo como alvo 916 artigos de contabilidade gerencial. Entretanto, nenhum deles apresentou menção direta ou indireta ao modelo baseado em agentes ou simulações.

Após realizar uma pesquisa atual com o termo “agente-based model” nos mesmos 10 periódicos, encontramos um total de cinco artigos correspondentes ao termo: quatro no AOS e um no TAR. Vale ressaltar que (a) apenas um acadêmico (Dr. Jon S. Davis) é autor de três desses cinco artigos e (b) as principais áreas cobertas são Fraude, Mercado de Capitais, Conformidade e Experimentos Numéricos. Assim, deixando uma lacuna na literatura a ser preenchida na área que relaciona contabilidade gerencial e contabilidade computacional, especialmente modelagem baseada em agentes.

### **Contabilidade gerencial**

É claro que a contabilidade gerencial está enfrentando um momento dinâmico na história recente devido às crescentes mudanças nos negócios e nas organizações (Cokins, 2013; Lawson, 2018). As soluções tradicionais podem deixar espaço para avanços, principalmente aqueles que oferecem visão de futuro e *insights* aos gestores como forma de otimizar o desempenho e mitigar riscos (Appelbaum et al., 2017).

As características dos seres humanos que atuam como gerentes e *controllers* tendem a afetar os resultados, portanto, a capacitação é um fator chave para avançar nesse campo, com foco em áreas como coordenação, custo e controle (Samuel, 2018). Historicamente, a racionalidade dos gestores ao lidar com pressões internas ou externas (Lambert, 2001), no que diz respeito ao estabelecimento e alcance de metas, tem sido contestada por diversas áreas (Becker, 1962), liderando importantes debates como na economia e na psicologia - todos influenciando a contabilidade gerencial.

Bertrand e Schoar (2003) lidaram com estilos de gestão, políticas e desempenho da empresa com evidências que apoiam sua interação controlando a heterogeneidade significativa entre os gerentes.

### **Cultura Organizacional: autoritária e participativa**

Schein (2004) propõe uma abordagem da cultura organizacional como um conjunto de premissas básicas que um grupo inventou, descobriu ou desenvolveu aprendendo a lidar com os problemas de adaptação externa e integração interna, e explorou várias dimensões da cultura organizacional, com vistas a demonstrar que se baseia essencialmente na forma como os membros da organização lidam com as questões de adaptação externa e integração interna

Em um trabalho seminal, Likert (1967) aludiu à cultura organizacional ao enquadrar os sistemas de gestão como (a) autoritário-forte, (b) autoritário-benevolente, (c) participativo-consultivo e (d) participante-equipe. Com base nessas perspectivas, elementos de uma cultura autoritária podem incluir uma abordagem *top-down* na definição de metas, maior agilidade de processos, ambiente mais rígido, difícil percepção de “zona de conforto”, o que pode levar a um menor engajamento e felicidade. Por outro lado, elementos de uma cultura participativa podem incluir objetivos mais negociados, processo mais lento, ambiente mais flexível, percepção de “zona de conforto”, o que pode levar a um maior engajamento e felicidade. Todos esses elementos afetam claramente o processo sob controle gerencial, com atenção especial ao orçamento, foco deste estudo.

Em termos de orçamento participativo, Shields e Shields (1998) desenvolveram um estudo mostrando resultados que indicam que o orçamento participativo é mais importante para o planejamento e controle, especificamente o compartilhamento vertical de informações e a coordenação da interdependência. Por outro lado, Chong e Syarifuddin (2010) examinaram os efeitos que a pressão de obediência e o traço de personalidade do autoritarismo têm nas decisões de avaliação de projetos dos gerentes. De acordo com os resultados, de modo geral, os gerentes de projetos com baixa demanda autoritária apresentaram maior tendência a continuar com um projeto fracassado, enquanto a maior pressão autoritária reduziu a manutenção de projetos fracassados, o que indica que a pressão autoritária pode levar o gerente a decidir a favor de melhores projetos.

Conforme afirmado por Grant et al. (2007), a felicidade e o engajamento dos gestores tendem a estar intrinsecamente relacionados ao processo gerencial, influenciando-o e sendo influenciados por ele, com potenciais efeitos no desempenho da empresa. Os autores concluem afirmando que “práticas gerenciais geralmente têm consequências não intencionais para o bem-estar dos funcionários, resultando em compensações que impedem que essas práticas atinjam os objetivos pretendidos” (p. 59).

### **Orçamento: Um instrumento da contabilidade gerencial**

A literatura de contabilidade gerencial tem indicado, com certa ênfase, a relevância dos aspectos comportamentais de gestores e executivos naturalmente envolvidos no ciclo de negócios. Este estudo ABM foi baseado em achados da literatura que enfatizam aspectos de estado e traços das pessoas e sua conexão com processos de negócios e contabilidade, principalmente no orçamento. Macinati e Rizzo (2014) analisaram o papel motivacional da participação orçamentária e o papel interveniente dos estados mentais e comportamentos dos indivíduos em influenciar a relação entre participação orçamentária e desempenho. Kihn (2010) realizou um estudo sobre como e por que as interpretações das metas orçamentárias diferem de uma pessoa para outra, mesmo na mesma unidade de negócios, sugerindo que os processos orçamentários organizacionais não fornecem uma compreensão semelhante das metas orçamentárias para cada pessoa.

Nesta linha, Church et al. (2018) investigaram como o comportamento de relatórios orçamentários dos gerentes é influenciado por duas características importantes do sistema orçamentário: (a) a base de medição usada na preparação do orçamento e (b) os benefícios de folga dos gerentes na execução orçamentária. Brink et al. (2018) analisaram o orçamento participativo e como esse papel do gestor hierarquicamente superior afeta os resultados orçamentários, o comportamento de seu subordinado e, em alguns casos, o comportamento do superior, demonstrando que o tipo superior influencia as previsões econômicas e comportamentais, e também afeta os resultados orçamentários e a interpretação dos resultados.

Com relação ao impacto do planejamento estratégico participativo na criação de folga orçamentária do gestor, Baerdemaeker e Bruggeman (2015) constataram que o aumento da participação no planejamento estratégico leva a uma menor criação de folga orçamentária por meio do caminho sugerido de maior comprometimento organizacional afetivo, bem como a participação diminui a criação de folga orçamentária por meio do efeito mediador da motivação orçamentária autônoma, sugerindo que ambos os elementos do processo de planejamento organizacional estão relacionados à criação de folga orçamentária.

No Brasil, o estudo de Souza et al. (2021) apresentou uma análise completa do perfil dos artigos científicos sobre orçamento empresarial. Os resultados apontaram para um aumento de publicações em relação às duas últimas décadas, com predominância de autores do sexo masculino. Foram analisados 299 autores (Lavarda e Frezzatti são os autores com mais publicações no período), cujas abordagens envolveram mais indicadores financeiros ou quantitativos.

Nesses estudos, não há ênfase de tecnologia.

### **Recompensas e negociação**

Um dos assuntos comumente tratados na literatura é a folga orçamentária, que inclui orçamento, negociação e metas. Nessa linha, Yuen (2004) examinou a relação entre uma série de características de metas e a propensão dos gerentes divisionais a criar folga orçamentária. Os sistemas de comunicação e recompensa são afetados pelo poder de influência dos gerentes, explicação necessária da variação orçamentária, feedback orçamentário, relações com colegas e relacionamento entre superiores e subordinados. Além disso, o autor concluiu que os sistemas claros de comunicação e recompensa podem resultar em clareza de metas e podem ajudar a resolver problemas orçamentários em situações de metas difíceis. Altoé et al. (2018) concluíram que os líderes transacionais estão associados ao uso de cultura, controles cibernéticos e de recompensas.

Ao tratarmos das negociações orçamentárias, destacamos os resultados de Arnold e Gillenkirch (2015) que constataram que quando os orçamentos são usados tanto para planejamento quanto para avaliação de desempenho, eles aumentam as propostas orçamentárias do subordinado durante a negociação e seu desempenho após a negociação.

Achados da literatura revisada foram usados para apoiar a definição de atributos e regras de nosso modelo baseado em agentes. O presente modelo lida com atributos de agente de traço e estado (com o objetivo de imitar elementos específicos da literatura), como ambição (traço), felicidade (estado), engajamento (estado), que irão interagir reciprocamente com outros temas e regras do modelo (ex., metas negociadas são uma função do engajamento do gerente). Alinhamos as características dos gestores, por exemplo, com a literatura sobre o assunto (Mitchell, 1974 e Pritchard & Campbell, 1977 - recompensas e motivação; Keirse & Bates, 1984 - caráter e temperamento; Tosi et al., 1995 - comportamento; Ryan & Deci, 2000 e Vroom, 2015 - motivação e engajamento, entre outros referenciados neste artigo).

### **Contabilidade Computacional e modelo baseado em agente**

Muitas áreas de especialização, com necessidades e condições distintas, estão se beneficiando de abordagens alternativas ao lidar com a explicação e previsão de fenômenos específicos, apoiando a teoria e a prática em conjunto (Abar, 2017; Dooley, 2002; Russell & Norvig, 2010; Sappleton, 2013).

Em muitos sentidos, os computadores representam uma importante ferramenta de pesquisa que oferece condições não facilmente encontradas em outros lugares (Chamanlal, 2014; Dooley, 2002; Sappleton, 2013), para que os pesquisadores possam melhorar seu processo, sendo mais criativos, assertivos e capazes de lidar com questões mais complexas, em todos os campos científicos, incluindo as ciências sociais (Lazer et al., 2009). Nas ciências sociais, o foco na sociedade e nos indivíduos impõe desafios específicos para estudos teóricos e empíricos, com métodos tradicionais de pesquisa e fontes de evidência oferecendo limitações sólidas.

Mais recentemente, o Agent-Based Model (ABM), “um método computacional que permite ao pesquisador criar, analisar e experimentar modelos compostos por agentes que interagem dentro de um ambiente” (Gilbert, 2008, p. 2), surgiu como um novo paradigma de pesquisa e gestão que suporta a teoria organizacional (Wall, 2016) e uma “técnica de simulação poderosa que tem visto uma série de aplicações nos últimos anos, incluindo aplicações para os problemas de negócios do mundo real” (Bonabeau, 2002, p. 7280). Como afirma Axelrod, “um campo jovem e em rápido crescimento nas ciências sociais” (2006, p. 90).

Com o acesso cada vez maior a um poder computacional mais forte, a abordagem do modelo baseado em agentes está ganhando destaque em várias áreas onde o comportamento em microescala de baixo para cima pode ajudar a compreender a dinâmica de sistemas complexos e macrofenômenos (Andrade, 2010; Conte & Paolucci, 2014). É o caso da economia e dos negócios ao visar o comportamento do agente em condições específicas de mercado e financeiras (Mignot & Vignes, 2020). Além disso, o ABM é reconhecido por seus benefícios na formalização de sistemas e parâmetros específicos (Waldherr et al., 2021) assumindo sua abordagem *bottom-up* para modelar sistemas complexos.

Wall (2016) apresenta e discute potenciais contribuições do ABM para a pesquisa em contabilidade gerencial: (a) modelos baseados em agentes permitem a investigação de questões de contabilidade gerencial em contextos organizacionais ricos, (b) o ABM poderia ajudar a estudar os efeitos de diferentes erros em números contábeis, (c) quando os aspectos procedimentais da contabilidade gerencial são de interesse, os modelos baseados em agentes nos permitem estudar os processos relevantes em detalhes, (d) a interação “micro-macro” incorporada nos modelos baseados em agentes permite que pesquisadores em gestão e contabilidade avaliem as consequências para o desempenho geral do sistema que resultam do uso de técnicas de contabilidade no nível micro, e (e) ABM pode nos permitir investigar até

que ponto as conclusões dos modelos de agente principal são válidas se algumas das suposições subjacentes forem relaxadas.

Outra contribuição no âmbito do ABM e da tomada de decisão está relacionada à Negociação, carregando um valor potencial para a contabilidade gerencial. De acordo com Jonker et al. (2012) “a negociação é um excelente exemplo de uma tarefa para a qual a mente humana está apenas parcialmente equipada e para a qual a inteligência artificial (IA) pode fornecer assistência” (p. 79). Estudos sobre Agentes de Negociação normalmente exigem a adoção da abordagem BDI (Belief-Desire-Intention, ou modelo de raciocínio prático) em relação à respectiva função de utilidade ao desenvolver agentes cognitivos dentro do modelo (Radu, 2017; Luna-Ramirez & Fasli, 2018). Exemplos existentes na literatura são os ANA (Automated Negotiating Agents), discutidos por Jonker et al. (2012), e sistema GENIUS (General Environment for Negotiation with Intelligent multi-purpose Usage Simulation) (Genius, 2022).

Com foco na gestão, Wall (2016) oferece fortes evidências mostrando o estado do uso do ABM, simulações e modelos computacionais. Além disso, a revisão de literatura realizada por Barbati et al. (2012) em pesquisa operacional e ciência da gestão, produziu resultados importantes indicando os benefícios das soluções ABM para suportar problemas de otimização, incluindo um número crescente de artigos usando ABM, sugerindo o potencial da área e convidando mais estudos nesta área. Afirmações semelhantes são registradas por Fioretti (2012) no que diz respeito ao ABM e à simulação na gestão. Como afirmado por Wooldridge em 2002 “os sistemas multiagentes fornecem uma nova e interessante ferramenta para simular sociedades” (2002, p. 8).

No entanto, apesar de um desenvolvimento muito intenso e rápido em outras áreas de atuação nos últimos anos, a presença da ABM em gestão e contabilidade ainda é tímida, “deixando seu potencial de gestão organizacional longe de ser realizado”. (Gómez-Cruz et al., 2017). Independentemente de uma adoção tímida do ABM na contabilidade (como mencionado, relacionado à pesquisa em 10 principais periódicos), ainda podemos encontrar estudos de ABM voltados para auditoria, mercado financeiro, leilão, logística, risco, auditoria contínua e detecção de fraudes (Chesney et al., 2017; Prawesh, 2013; Dosi et al., 2018).

Com base no status de desenvolvimento do modelo baseado em agentes e da contabilidade gerencial (da escassa literatura), há muito espaço para que tal abordagem de pesquisa experimente um uso crescente. Primeiro, assumindo a dimensão social e comportamental dos processos e

transações envolvendo gestores com efeitos na contabilidade gerencial. O ABM oferece uma oportunidade natural para construir representações de sistemas complexos com base no comportamento de agentes de nível micro operando em um ambiente sintético (Wall, 2016; Mignot & Vignes, 2020). Essa modelagem é capaz de apoiar interativamente pesquisadores e profissionais para testar uma maior variedade de sutilezas e fazer suposições mais fortes (Conte & Paolucci, 2014; Wall, 2016).

Em segundo lugar, mostrar como as organizações estão experimentando vários avanços na gestão, requer novas formas de combinar recursos (por exemplo, pessoas, dinheiro, máquinas, informações). Os sistemas de controle gerencial (SCG) têm muitas teorias e reivindicações para explorar a complexidade embutida das organizações, incluindo uma orientação de contabilidade gerencial (Merchant & Van der Stede, 2017). O ABM oferece potencial para racionalizar esse pensamento sistêmico, formalizar tais elementos (variáveis, parâmetros e funções), entender a dinâmica, explicar os resultados e ajudar na previsão e exploração de tais elementos (Waldherr et al., 2021). Assim, a função preditiva altamente exigida (Lawson, 2018) da contabilidade gerencial pode ser suportada pelo *framework* ABM.

Ressalta-se que além do interesse natural no comportamento do agente individual, dentro da abordagem ABM existe um potencial significativo para a contabilidade gerencial na modelagem e construção de representações de sistemas complexos, por meio de interações de variáveis baseadas em parâmetros definidos. Assim, ao acompanhar a evolução de tais variáveis em uma simulação ABM, tanto pesquisadores quanto executivos podem identificar elementos potencialmente norteadores de novas ações ou mesmo novas estratégias para melhorar o modelo de negócios. Isso não deve ser dado como certo, pois o foco de baixo para cima no nível micro do ABM pode se apresentar como um recurso muito perspicaz, ajudando a perceber interações sutis, ainda mais em sistemas tão complexos, como os explorados pela contabilidade gerencial.

## Metódo

Este estudo, dentro da abordagem de contabilidade computacional proposta, utiliza o método do modelo baseado em agentes, um método analítico (Gilbert, 2008), apoiado em simulações (David et al., 2005) e implementado com técnicas computacionais. Do ponto de vista teórico, o ABM e seus processos de simulação podem ser considerados mais uma forma de abordagem da realidade, juntamente com a indução e a dedução (Axelrod, 2006).

Sustentado pelo método de modelo baseado em agente, o modelo utilizado neste estudo é implementado na linguagem de programação Python e conta com o *framework* Mesa, um *framework* ABM crescente na comunidade científica. De acordo com a equipe do Project Mesa (2018, p. 1) “Mesa é uma estrutura de modelagem baseada em agente (ou ABM) licenciada Apache2 em Python”.

A estrutura do modelo baseado em agentes utilizado neste estudo está alinhada com Macal e North (2010) e é composta por (a) um ambiente (configuração da empresa e mercado e organização dos agentes), (b) agentes (empresa, filiais e gerentes, com seus respectivos traços e estados), e (c) relacionamentos (regras e métodos de interação, comportamentos), em uma topologia de espaço de agente de grade fixa.

O modelo é definido para explorar a interação da Contabilidade Gerencial e ABM adotando a perspectiva de um processo de orçamentação trimestral de receita de uma Prestadora de Serviços ao Consumidor (empresa) para uma rede de 400 agências, com seus respectivos gerentes (agentes), ao longo de cinco anos ou 20 trimestres (etapas ABM), com foco em atributos de nível empresarial e individual, e um conjunto de regras que representam o ciclo de planejamento, execução e controle. Os gerentes de filial (agentes, no nível individual) são de interesse particular, pois explorou-se sua dinâmica de comportamento contingente à cultura da empresa. A simulação ABM explora (via variáveis, ver Tabela 1, e parâmetros, ver Tabela 2) a dinâmica do agente em nível micro, definindo metas orçamentárias (negociação) e superando (ou não) essas metas ao longo do período analisado, com base em interações simuladas com ambos mercado (demanda) e vendedores em suas filiais.

### Fundamentação do modelo

O modelo aqui exposto é um mundo micro organizacional que representa o negócio selecionado do Provedor de Serviços ao Consumidor (CSP) e seu processo de orçamento de vendas trimestral em todas as filiais. O modelo pressupõe um ambiente de forte demanda, baseado em relatório recente de uma empresa de pesquisa de marketing (contratada para esta consultoria específica), estimando um mínimo de 600 mil e um máximo de 900 mil contratos por ano para a empresa CSP. Como parte do sistema de recompensa, a empresa CSP oferece aos vendedores uma comissão de 5% (US\$ 30) do valor do ano (o preço do contrato por ano de serviço é de US\$ 600, ou 12 parcelas de US\$ 50) para cada contrato vendido. Além disso, por ‘bater’ a meta orçamentária, tanto os vendedores da agência (2,5%) quanto o gerente (2,5%) recebem um bônus sobre o valor total das vendas. Para

os propósitos deste estudo, apenas o gerente da filial foi estudado (não os vendedores).

Nesse modelo, a empresa possui um único atributo relevante, a cultura da empresa: autoritária ou participativa. A cultura autoritária impõe uma abordagem de cima para baixo no estabelecimento das metas de vendas, não deixando espaço para negociação real com os gerentes das filiais. Por outro lado, a cultura participativa considera a negociação de metas de vendas com os gerentes das agências.

Traços imutáveis que afetam o processo orçamentário de vendas: (a) cada agente gestor tem um traço de ambição inerente (35-65, em uma escala de 100 pontos) e (b) cada agência tem um potencial de demanda (mapa de calor, 40-60, em uma escala de 100 pontos), fixado para a simulação. Além disso, como estados variáveis tem-se (a) histórico de vendas de cada filial e (b) nível de engajamento (ambição combinada com felicidade em uma escala de 100 pontos) de cada gerente afetando as vendas reais do trimestre. A meta orçamentária de vendas tem (a) um piso, histórico de vendas (média de 12 meses ou 4 trimestres) e (b) um teto, até cerca de 10% a mais (com base na forte demanda do relatório de pesquisa de mercado).

As empresas com uma cultura autoritária definirão a meta (de cima para baixo) mais próxima do teto. As empresas com cultura participativa negociarão a meta com os gerentes das agências adotando essa faixa piso-teto. A felicidade dos gestores influenciará o engajamento melhorando seu poder de negociação. Não alcançar ou ‘bater’ a meta afetará a felicidade dos gestores, influenciando seu engajamento e, conseqüentemente, o poder de negociação. Neste modelo não foram consideradas conseqüências para os gerentes que perdem consecutivamente a meta de vendas. Espera-se que os gerentes melhorem seu comportamento em relação à recompensa associada ao cumprimento das metas.

Os atributos do agente (nível de empresa e individual) para todas as 400 agências e todos os 24 trimestres (4 últimos trimestres para informar o histórico de vendas mais 20 trimestres, 5 anos) incluem o seguinte: (a) vendas, (b) vendas metas, (c) ambição, (d) felicidade, (e) engajamento, (f) demanda da filial, (g) bônus do gerente, (h) beat-miss ou quociente entre metas ‘batidas’ e não alcançadas (orçamento de vendas). Regras específicas e condições para cada tema são parte crítica do modelo.

O fluxo funcional da simulação ABM envolve (a) instanciar agências (grade ABM), gerentes (agentes e suas características) e vendedores, (b) atributos iniciais geográficos, operacionais e financeiros da agência, (c) estados dinâmicos dos agentes

e negociação de metas para cada trimestre, (d) validação das metas orçamentárias (de acordo com o atributo cultural), (e) simulação do processo de cada trimestre, com consequências operacionais, financeiras e comportamentais (gestores), e (f) encerramento da simulação, incluindo trilhas de auditoria e procedimentos analíticos.

**Tabela 1:** Variáveis do ABM

Tema	Variável
Desempenho	$V_1$ Total de vendas (todas as filiais)
Recompensa	$V_2$ Despesas de bônus (todos os gerentes)
Eficiência de vendas	$V_3$ Vendas / bônus (média das filiais)
Poder de negociação	$V_4$ Teto de vendas – Meta de vendas (todos os gerentes)
Eficiência orçamento	$V_5$ Beat / Miss [alcançado / não alcançado] (média das filiais)
Vantagem de localização	$V_6$ Mapa de calor (média das filiais)
Capital humano gerencial	$V_7$ Ambição (média dos gerentes)
Moral geral	$V_8$ Felicidade (média dos gerentes)
Engajamento geral	$V_9$ Engajamento (média dos gerentes)
Metas de vendas	$V_{10}$ Metas de vendas (todas as filiais)

Além desses atributos, são utilizados parâmetros específicos para dar suporte ao processo estocástico, como (a) impulsionador de vendas (influenciando as estimativas de vendas dos últimos 12 meses), (b) fator incremental para negociação de vendas (viés para negociação), (c) fator incremental para vendas reais (influenciando as vendas reais de cada trimestre), (d) faixa de ambição, (e) faixa de felicidade, (f) fator incremental da felicidade para cima (fator para aumentar a felicidade do gerente ao bater a meta), (g) fator incremental para baixo da felicidade (fator para diminuir a felicidade do gerente quando não atingir a meta), (h) fator incremental de engajamento (para engajamento do gerente influenciando as vendas reais), (i) viés de negociação para cima (por estabelecer metas acima do teto da meta de vendas), (j) viés de negociação para baixo (por estabelecer metas abaixo do piso da meta de vendas) e (k) recompensa do gerente (porcentagem de bônus). A Tabela 2 contém os parâmetros usados para definir o modelo para as simulações.

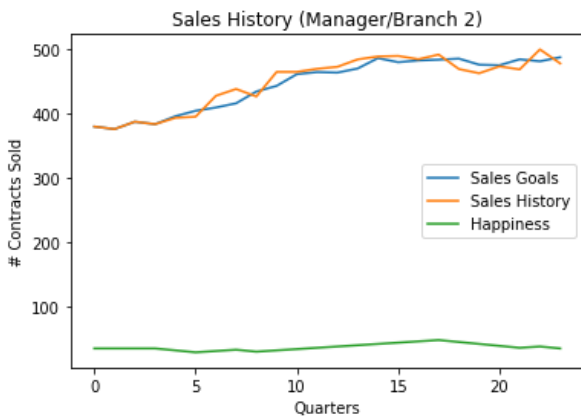
**Tabela 2:** Definição dos parâmetros - ABM

Tema	Parâmetro
Cultura	0= Autoritária ( <i>sem negociação de metas</i> ), 1= Participativa
Vendas base	380 (base inicial de vendas, contratos por trimestre)
Preço do contrato	600 (valor em USD para um contrato)
Impulsionador de vendas (booster)	5.00 (aumento percentual no último trimestre)
Fator incremental de negociação de vendas	2.50 (estocástico, +/- percentual para negociação, entre piso e teto)
Fator incremental de vendas real	3.00 (estocástico, +/- percentual para negociação, entre piso e teto)
Faixa de ambição	15.00 (estocástico, 50 +/- gatilho: de 35 a 65)
Faixa de felicidade	15.00 (estocástico, 50 +/- gatilho: de 35 a 65)
Felicidade (fator alto)	2.00 (fator de aumento de felicidade para bater a meta trimestral)
Felicidade (fator baixo)	3.00 (fator de diminuição de felicidade por perder a meta trimestral)
Viés de negociação	0= A meta de vendas para no teto (bom para o gerente), 1= sem limite ( <i>default is 0</i> )
Viés de negociação para baixo	0= A meta de vendas para no piso (bom para a empresa), 1= sem limite ( <i>default is 1</i> )
Fator incremental no engajamento	0= Vendas reais não afetadas pelos níveis de engajamento 1= Vendas reais são afetadas pelos níveis de engajamento ( <i>default is 1</i> )
Porcentagem de bônus do gerente	2.50 (porcentagem de bônus do gerente por bater a meta trimestral)

Uma representação gráfica da simulação em nível micro deste modelo baseado em agente para a empresa CSP é apresentada a seguir. Destina-se a apoiar a compreensão da dimensão de nível individual (filial específica, gerente específico) do modelo, incluindo quantidades de contratos de vendas orçados e vendidos, bem como níveis de felicidade do gerente durante o prazo de 5 anos.



Modelo CSP resultados gerente/filial



Sales history (Manager/Branch2) = histórico de vendas gerente/filial2.

Contracts sold = contratos vendidos.

Quarters = trimestres.

Sales goals = metas de vendas.

Sales history = histórico de vendas.

Happiness = Felicidade.

Esta representação gráfica mostra para uma única agência, como exemplo, três variáveis principais do modelo para todos os 24 trimestres (4 contendo dados históricos e 20 para o período simulado de 5 anos): (a) metas de vendas (número de contratos), (b) vendas reais (histórico de vendas) e (c) o nível de felicidade do gerente. Isso se destina a apoiar a compreensão da simulação em nível micro do modelo baseado em agente criado – CSP (consumer service provider).

**Protocolo**

Foi criado um mundo micro organizacional para modelar a operação do Consumer Service Provider (CSP) como um modelo baseado em agente (ABM) usando Python 3.6.5 (como linguagem de programação), Mesa 0.8.5 (como pacote ABM) e Jupyter 5.7.4 (como o ambiente de programação e teste). Após o planejamento, com base nas necessidades específicas do modelo, foram desenvolvidos os coletores de dados e ferramenta de análise (não utilizando os fornecidos pelo pacote Mesa). Trabalhou-se com quatro classes principais do Mesa: (a) Modelo, (b) Agentes, (c) Tempo (BaseScheduler) e (d) Espaço (SingleGrid).

A classe Modelo foi implementada para controlar os atributos em nível de modelo e configurar os agentes e ramificações. A classe Agente foi implementada para iniciar e controlar todos os gerentes de agência, bem como para definir as regras a serem executadas em cada etapa da simulação (por exemplo, negociação orçamentária, contratação e vendas). A classe BaseScheduler foi implementada para controlar o conjunto de

agentes e sua ativação durante todas as etapas. A classe SingleGrid foi utilizada como contêiner espacial para as filiais, locais virtuais onde permaneceram durante toda a simulação.

O código tem quatro partes principais: (a) CSP imports (adiciona todos os módulos e pacotes externos usados), (b) CSP data collector container setup, (c) CSP model (o programa principal para configurar o modelo baseado em agente, definindo atributos e regras para a empresa e os agentes, incluindo suas classes e métodos), (d) CSP run (execução única ou em lote, o coletor de dados e acompanhamento de desempenho, gerando várias matrizes detalhadas e uma matriz multidimensional resumo com todos os pontos de dados das simulações), (e) CSP auditing (gera arquivos MS-EXCEL com dados de amostra e resultados resumidos para fins de auditoria de modelo) e (f) CSP stats (computa todas as estatísticas do modelo, incluindo descritivos, testes de normalidade, testes de comparação e gráficos baseados em conjuntos de dados nas matrizes principais do coletor de dados).

Mais de 19 milhões de células de dados principais foram usadas para chegar a esses resultados. Foi tratado um conjunto de 100 execuções para cada cenário de cultura da empresa, com 400 agências (cada uma com um gerente de agência) durante 24 trimestres (4 trimestres para informações de histórico de vendas e mais 20 representando 5 anos de processo orçamentário trimestral). Nesse formato, um único modelo contém cerca de 96.000 células de dados principais (10 temas com 9.600 pontos cada), chegando a 9,6 milhões de células de dados principais após 100 execuções (19,2 milhões de células de dados principais, pois o modelo é executado duas vezes: para os modos autoritário e participativo).

Em outras palavras, isso equivale a ter cinco anos de dados trimestrais (10 temas) de 200 empresas. Os resultados selecionados foram coletados usando um conjunto de matrizes bidimensionais Numpy 1.14.5, no interesse do desempenho, e foram exportados os resultados resumidos para o MS-Excel usando o Pandas 0.23.1. Descritivos estatísticos, testes e cálculos agregados foram realizados com SciPy 1.2.0 e relatórios gráficos gerados tanto no Matplotlib 2.7.3 quanto no Seaborn 0.9.0, todos suportando análises detalhadas e consolidadas.

**Análise de dados proposta e hipóteses do estudo**

O objetivo do estudo é criar um modelo para simular o comportamento gerencial dentro de um processo orçamentário e analisar a evolução do desempenho geral

e atributos comportamentais específicos, tanto no nível da empresa quanto do gerente. Assim, primeiro são analisados detalhes do modelo criado e todo o processo de simulação, pois este é um resultado importante do estudo. Além disso, planejou-se analisar os resultados da simulação intensa olhando para dados agregados, contando com estatísticas descritivas, e testar hipóteses selecionadas para avaliar o potencial do modelo.

Almejou-se incorporar as estatísticas descritivas no modelo, aproveitando Python, Numpy, Scipy, Pandas, Matplotlib e Seaborn, nas variáveis selecionadas do ABM (ver Tabela 1) e analisar os resultados à luz dos elementos da revisão da literatura. Além disso, foi estabelecido o seguinte conjunto de dez hipóteses estatísticas para comparar o controle de dados para a cultura organizacional (autoritário *versus* participativo), com base na revisão da literatura e nas expectativas do modelo.

H1 – Desempenho (Vendas totais)	H1: $\mu(\text{autoritária}) > \mu(\text{participativa})$
H2 - Recompensa (Recompensas totais)	H2: $\mu(\text{autoritária}) < \mu(\text{participativa})$
H3 – Eficiência de vendas (Vendas/Bônus)	H3: $\mu(\text{autoritária}) > \mu(\text{participativa})$
H4 – Poder de negociação (Teto-meta)	H4: $\mu(\text{autoritária}) < \mu(\text{participativa})$
H5 – Eficiência orçamentária (Beat/Miss)	H5: $\mu(\text{autoritária}) < \mu(\text{participativa})$
H6 – Vantagem localização (Mapa de calor)	H6: $\mu(\text{autoritária}) = \mu(\text{participativa})$
H7 – Cap. humano gerencial (Ambição)	H7: $\mu(\text{autoritária}) = \mu(\text{participativa})$
H8 – Moral geral (Felicidade)	H8: $\mu(\text{autoritária}) < \mu(\text{participativa})$
H9 – Engajamento geral (Engajamento)	H9: $\mu(\text{autoritária}) < \mu(\text{participativa})$
H10- Metas de vendas (Meta)	H10: $\mu(\text{autoritária}) > \mu(\text{participativa})$

Conforme observado, as hipóteses são todas direcionais, exceto H6 e H7 que não assumem diferenças nas distribuições dos atributos imutáveis da agência (vantagem da localização) e do gerente (ambição como traço, considerado como proxy do capital humano gerencial). Todos os testes são realizados no nível alfa .05.

### Análise de dados e resultados

À medida que o modelo foi criado, foi executado várias vezes até uma boa estabilização e otimização de desempenho, devido à sua complexidade e expectativas do conjunto de dados. A decisão de criar uma solução própria para o coletor de dados (em lugar de usar a do Mesa) foi tomada com base no desempenho e na flexibilidade. Primeiramente, foi executada a simulação do modelo baseado em agente CSP em uma única execução, que envolve o cálculo de 4 trimestres do histórico de vendas, mais a simulação de 20 trimestres (cinco anos) para cada uma das 400 agências com os 10 temas e todas as variáveis. Python com Numpy, memória de computador e discos de estado sólido contribuíram claramente para o desempenho da simulação de som com um computador típico (iMac 3,4 GHz Intel i7 com 32 Mb de RAM e uma unidade de estado sólido com Mac OS 10.13.6). Em média, uma única execução (400 filiais, 24 trimestres, 10 temas principais ou cerca de 96.000 células de dados principais) é realizada em cerca de 0,3 segundos.

No entanto, no interesse dos potenciais benefícios do ABM para as afirmações da contabilidade gerencial, ao invés de usar apenas uma única execução (já trazendo evidências relevantes para apoiar os sinistros esperados), equivalente a cinco anos de dados (comportamentais, operacionais e financeiros, orçados e reais) de uma empresa (com um atributo de cultura) e suas 400 filiais e gerentes, foi aproveitada a estrutura ABM e o potencial de simulação para se ter dois conjuntos separados de dados provenientes de 100 execuções para cada uma das duas culturas organizacionais selecionadas.

Essa abordagem provou ser benéfica, pois foi possível reconhecer a robustez do modelo (com base em muitos outros dados e condições que percorrem o sistema e enfatizam suas classes, métodos, parâmetros e regras). Além disso, isso foi possível devido ao desempenho geral da solução Python. Uma simulação completa com dois lotes (duas culturas) com 100 execuções cada leva cerca de 60 segundos, e a execução dos módulos de auditoria e estatística leva, em média, 10 segundos de tempo de processamento adicional.

### Descritivos do modelo

O resumo de todas as principais variáveis (temas) gerou resultados que estão alinhados com nossa expectativa geral e dinâmica antecipada da simulação intensa do ABM. A Tabela 3 apresenta os resultados em massa resumidos (por exemplo, cada célula da tabela refere-se a 100 empresas com 400 filiais cada por 20 trimestres – desconsiderando-se os quatro trimestres históricos de vendas, para fins de relatório).

**Tabela 3:** Resultados em massa resumidos (200 execuções do modelo)

	Cultura participativa	Cultura autoritária
Meta combinada de 5 anos (\$)	2,133,147,948.34	2,279,945,908.44
Vendas de 5 anos (\$)	2,148,252,620.18	2,285,233,066.20
Bônus de 5 anos (\$)	32,195,010.27	32,530,218.75
Proporção vendas/bônus	66.9446	72.4164
Teto – meta (\$)	40,942,587.63	-
Índice Beat/Miss	1.3565	1.1901
Mapa de calor	50.0343	50.0055
Ambição	49.9689	49.9697
Felicidade	48.3921	45.1657
Engajamento	49.0288	47.4604

Uma informação importante para este modelo (que tem como foco o processo orçamentário e o comportamento do gestor) está na verdade relacionada às vendas. Tanto as vendas orçadas quanto as reais se comportaram de acordo com os parâmetros que espelham a lógica (ou o *business case*). Os elementos de coordenação e controle, como evidenciado em Samuel (2018), foram modelados. A forte demanda (aumento de 10% ao ano) pode render cerca de US\$ 2,2 bilhões de receita acumulada (mantendo o preço de US\$ 600 constante no período) em cinco anos. As metas de vendas acumuladas ( $V_{10}$ ) para participativa ( $M= 2.133,1480$  milhões,  $DP= 14,2576$  milhões) e autoritária ( $M= 2.279,9459$  milhões,  $DP= 12,260$  milhões) ficaram próximas da demanda do relatório da pesquisa de marketing. Esse também foi o caso das vendas reais da simulação ( $V_1$ ) tanto para culturas participativas ( $M= 2.148,2526$  milhões,  $DP= 15,2687$  milhões) quanto autoritárias ( $M= 2.285,2331$  milhões,  $DP= 13,9503$  milhões). Isso está alinhado com a literatura sobre efeitos da cultura (Likert, 1967) e políticas internas (Bertrand & Schoar, 2003) no desempenho da empresa.

O indicador “teto-meta” foi definido como proxy do poder de negociação. A negociação é modelada no modelo CSP apenas para empresas com cultura participativa. Assim, o indicador não existe para empresas autoritárias. O indicador “teto-meta” ( $V_4$ ) para empresas participativas ( $M= 40,9426$  milhões,  $DP= 1,4722$  milhão) atingiu 1,9% das metas globais de vendas ( $V_{10}$ ), significando que os gerentes das agências conseguiram negociar uma média de 1,9% abaixo do

teto orçamentário inicial, como meta de vendas, afetando diretamente seu bônus potencial (ao bater a meta). Este resultado está alinhado com o trabalho de Lambert (2001), que aborda a pressão interna e externa que afeta os gestores e o desempenho da empresa.

Assim, essas empresas simuladas com cultura participativa premiaram ( $V_2$ ) seus gestores ( $M= 32,1950$  milhões,  $DP= 0,5333$  milhões), em média, com 1,5% das vendas, enquanto suas contrapartes autoritárias recompensaram seus gestores ( $M= 32,5302$  milhões,  $DP= 0,5498$  milhão), em média, com 1,4% das vendas. Com um pensamento inverso, a proxy “vendas/bônus” ( $V_3$ ) foi criado para acompanhar a eficiência das vendas. Nesse caso, as empresas com cultura autoritária ( $M= 72,4164$ ,  $DP= 1,1996$  milhão) obtiveram mais vendas por dólar recompensadas como bônus, quando comparadas às empresas com cultura participativa ( $M= 66,9446$ ,  $DP= 0,7259$ ).

Atrelado a isso, a relação “beat/miss” (quantidade de vezes que os gerentes bateram suas metas versus a quantidade de vezes que não alcançaram) rendeu resultados complementares. Como o modelo não estabelecia negociação de metas com gerentes em empresas com cultura autoritária, esperava-se que bater suas metas fosse mais difícil. De fato, a razão “beat/miss” ( $V_5$ ) das firmas com cultura autoritária ( $M= 1,1901$ ,  $DP= 0,0331$ ) foi menor que a razão das firmas participativas ( $M= 1,3565$ ,  $DP= 0,0352$ ).

Analisando os resultados da demanda do mapa de calor ( $V_6$ ), o modelo proxy (escala de 100 pontos) para vantagem de localização (fixado ao longo da simulação), convergiu para a média, para ambos autoritárias ( $M= 50,0055$ ,  $DP= 0,2654$ ) e participativas ( $M= 50,0343$ ,  $DP= 0,3034$ ) representadas no modelo. Assim, pode-se inferir que as filiais estavam, em termos agregados, em localidades que não favoreciam nenhuma das culturas, no sentido de trazer mais ou menos demanda.

Do lado do comportamento, o modelo possui uma proxy para o capital humano gerencial, que é rastreado (escala de 100 pontos) pela variável ambição ( $V_7$ ), uma proxy para o traço do gestor, fixada para o gestor ao longo da simulação. A ambição também convergiu para o ponto médio da escala nas culturas autoritária ( $M= 49,9697$ ,  $DP= 0,4538$ ) e participativa ( $M= 49,9689$ ,  $DP= 0,4835$ ), sugerindo que todas as empresas compartilhavam níveis semelhantes de capital humano gerencial.

Com relação aos estados do gestor, a felicidade, proxy para o moral geral da empresa, foi modelada como uma variável ( $V_8$ ) afetada pela superação ou não de metas e responsável

por influenciar indiretamente o processo de negociação de metas. Gestores em ambientes autoritários apresentaram níveis mais baixos de felicidade ( $M= 45,1657$ ,  $DP= 0,3814$ ) quando comparados a seus pares que trabalham em empresas com cultura participativa ( $M= 48,3921$ ,  $DP= 0,4056$ ). Isso provavelmente é resultado de metas que não foram negociadas (em empresas autoritárias), conseqüentemente mais difíceis de serem superadas (como mostrado na análise do indicador “beat/miss”).

Por fim, os níveis de engajamento ( $V_9$ ) (combinação de ambição e felicidade), com influência direta sobre as metas negociadas e vendas efetivas em ambientes participativos, refletiram o movimento da felicidade (como treinamento, a ambição se manteve constante) e foram menores nos grupos autoritários ( $M= 47,4604$ ,  $DP= 0,0873$ ) quando contrastadas com as participativas ( $M= 49,0288$ ,  $DP= 0,1305$ ). Esses efeitos emocionais (Likert, 1967) interagindo com o desempenho da empresa são claramente abordados como uma preocupação na literatura (Grant et al., 2007), apresentando um desafio real para as organizações: o tradeoff entre desempenho (por exemplo, curto prazo) e engajamento (por exemplo, de longo prazo), conforme apresentado claramente como resultado desta simulação ABM.

### **Culturas autoritárias Versus Participativas**

Usando as estatísticas e soluções gráficas (baseadas em Numpy, Scipy, Pandas, Seaborn e Matplotlib), embutidas no modelo para todas as dez hipóteses propostas, foram testadas as duas amostras (amostras provenientes de conjuntos de dados de culturas autoritárias e participativas) e comparadas suas médias usando teste t no nível alfa de .05. Os requisitos de normalidade foram verificados com o teste de normalidade de D’Agostino e avaliados graficamente com os gráficos de distribuição das variáveis amostradas.

A primeira hipótese ( $H_1$  - Desempenho) antecipou que o desempenho geral de vendas seria mais forte entre empresas autoritárias, e os resultados ( $t(198) = 66,2318$ ,  $p < 0,0001$ ) são suficientes para rejeitar a hipótese nula (médias iguais), portanto, apoia-se a alegação de que as vendas de empresas autoritárias são maiores. Isso pode ser explicado pelos maiores níveis de metas de vendas presentes entre as empresas autoritárias (falta de negociação do gestor) e forte tendência de demanda no modelo.

Para a segunda hipótese ( $H_2$  - Recompensa) esperávamos que as empresas com cultura participativa recompensassem mais (bônus) os seus gestores, com base nas metas de vendas mais baixas devido à negociação (não presente em empresas autoritárias), com metas mais baixas sendo mais fáceis de

bater. Os resultados ( $t(198) = 4,3766$ ,  $p < 0,0001$ ) são fortes o suficiente para rejeitar essa hipótese nula (médias iguais), porém na direção oposta: maior recompensa paga por empresas autoritárias. Isso pode ser explicado pela forte tendência de demanda presente no modelo. A terceira hipótese ( $H_3$  - Eficiência de Vendas) assume que as empresas autoritárias esperam ter mais vendas por \$ de bônus pagos. Na verdade, foi possível confirmar isso, pois o teste produziu resultados ( $t(198) = 39,0238$ ,  $p < 0,0001$ ) rejeitando essa hipótese nula (médias iguais).

Foram criadas hipóteses que tratam do estabelecimento de metas orçamentárias ( $H_3$  - Poder de Negociação e  $H_{10}$  - Metas de Vendas) antecipando metas de vendas mais altas entre empresas autoritárias e, claro, menor poder de negociação entre elas, pois o modelo não permitia a negociação orçamentária para os gestores dessas empresas. Os resultados ( $t(198) = -278,1060$ ,  $p < 0,0001$ ), obviamente, rejeitaram a hipótese nula (médias iguais) de poder de negociação e também rejeitaram ( $t(198) = 78,0669$ ,  $p < 0,0001$ ) - hipótese de metas de vendas, validando a afirmação de que empresas autoritárias foram capazes de estabelecer metas de vendas mais altas, com base no processo orçamentário.

Outra forma de analisar isso é que as empresas participativas, ao oferecerem um processo orçamentário negociado, ofereceram a seus gestores a chance de reduzir suas metas. Quanto à hipótese “beat/miss” ( $H_5$  - Eficiência Orçamentária), consideramos gestores de empresas participativas capazes de ter mais *beats* (metas batidas) que *misses* (metas não alcançadas) no ciclo de negócios, por motivos semelhantes aos já citados: metas mais baixas devido à presença de negociação. Os resultados ( $t(198) = -34,4497$ ,  $p < 0,0001$ ) são fortes o suficiente para rejeitar a hipótese nula (médias iguais), apoiando a afirmação de uma maior relação “beat/miss” entre as empresas participativas.

A hipótese de vantagem de localização ( $H_6$ ) foi testada com o indicador de calor de demanda por agência, e assumimos que não haveria diferença significativa, mostrando que em termos agregados o mesmo potencial de demanda de vendas estaria presente na distribuição geográfica da agência. Os resultados do teste ( $t(198) = -0,7151$ ,  $p = 0,4754$ ) não rejeitaram a hipótese nula (médias iguais), apoiando a alegação de não haver vantagem global de localização para as filiais.

A ambição, característica do gestor, foi utilizada como *proxy* para o capital humano gerencial das firmas e serviu de base para a sétima hipótese ( $H_7$ ) testada. Assumiu-se que o capital humano gerencial seria encontrado uniformemente entre as empresas, independentemente de seus aspectos culturais.

Os resultados ( $t(198) = -0,0113$ ,  $p = 0,991$ ) não rejeitaram a hipótese nula (médias iguais) e apoiaram a afirmação de níveis de ambição semelhantes entre todos os gestores.

Também foi testada a hipótese de moral geral (H8), ligada aos níveis de felicidade experimentados pelos gerentes das agências, assumindo que os gerentes que trabalham em empresas participativas experimentariam níveis mais altos de felicidade. Os resultados do teste ( $t(198) = -57,9463$ ,  $p < 0,0001$ ) sustentaram a afirmação esperada, indicando níveis significativamente maiores de felicidade entre os gerentes de empresas com cultura participativa. Por fim, pode-se testar a hipótese sobre os níveis de engajamento ( $H_9$ ). Os resultados dos testes ( $t(198) =$

$-99,8869$ ,  $p < 0,0001$ ) apoiaram os resultados esperados de que os níveis de engajamento seriam maiores em empresas com cultura participativa, o que em parte se deve à natureza das regras comportamentais presentes no modelo, no qual o engajamento é definido com base na combinação de ambição (um traço, constante) e felicidade.

## Conclusão

O que seria necessário para ter acesso a 200 empresas, representando de forma justa dois tipos de cultura organizacional, coletar dados de 400 gerentes de diferentes filiais (em locais distintos) e avaliar seus movimentos comportamentais de acordo com um processo orçamentário estabelecido, à luz de especificidades de sistemas de recompensa: tudo isso, por 5 anos?

Esse estudo mostrou que isso é possível quando se cria um modelo, retratando atributos, métodos e regras de um ambiente sintético, seus constituintes “vivos” (agentes), seus estados e traços, distribuição espacial, referência de tempo e soluções auxiliares para coletar, manter, tratar e relatar grandes quantidades de dados. Ou, quando se confia no método e nas simulações do modelo baseado em agente. O objetivo definido deste estudo foi criar um modelo para simular o comportamento gerencial dentro de um processo orçamentário e analisar a evolução do desempenho geral e atributos comportamentais específicos, tanto no nível da empresa quanto do gerente. É legítimo afirmar que a meta foi atingida.

A literatura de contabilidade gerencial utilizada neste estudo aponta para uma lacuna de pesquisa entre estudos analíticos e empíricos, além da falta de estudos adotando o framework ABM, dessa forma foi possível contribuir para essa lacuna com a construção do modelo, relatando os respectivos resultados da simulação ABM. Ressalta-se que nenhum estudo

equivalente ou similar foi encontrado, tornando-se uma importante inovação para a área.

Dois resultados importantes devem ser registrados. Primeiro, a realidade de criar um modelo baseado em agentes na contabilidade gerencial e aperfeiçoá-lo para incorporar a complexidade gradual de regras e métodos, gerando uma forte representação dos fenômenos sob investigação. Em segundo lugar, foram encontradas evidências do comportamento do gestor participando de um processo orçamentário, à luz de tipos específicos de cultura organizacional, com suporte do método ABM, sustentando ou não reivindicações antecipadas (hipóteses).

A esse respeito, destacam-se dois achados do estudo. Primeiro, as empresas autoritárias geraram mais vendas com capital humano gerencial semelhante ( $H_7$  - Ambição) e mercado ( $H_8$  - Vantagem de localização), sob as mesmas condições do ambiente externo (aumentando a forte demanda). Em segundo lugar, apesar de terem metas de vendas mais altas, devido à falta de negociação do gerente, as empresas autoritárias pagavam mais bônus (por bater a meta de vendas) como parte de seu sistema de recompensas, com o mesmo percentual de comissão (2,5%) das empresas participativas. Em geral, o estudo forneceu evidências de que uma cultura autoritária pode se beneficiar em um cenário de forte demanda, apresentando melhor desempenho e resultados financeiros do que as empresas participativas, potencialmente devido à folga orçamentária da negociação. Mas isso tem um preço: empresas autoritárias mostraram níveis mais baixos de felicidade e engajamento entre seus gerentes.

A partir da experiência com este estudo, apesar da série de vantagens e desvantagens do ABM que podem ser encontradas na literatura relevante, é justo afirmar que o método ABM usado oferece vantagens ou oportunidades importantes sobre os métodos tradicionais de pesquisa, incluindo (a) lidar com complexidade, (b) escalabilidade (crescimento suave), (c) velocidades mais rápidas, (d) ambiente mais seguro para testar hipóteses, (e) alternativa à subjetividade da evidência baseada em percepção, (f) fontes de evidência (superando desafios de participantes da amostra, tanto em quantidade quanto em qualidade, uma importante limitação natural no mundo real) e (g) sensibilidade do micromundo a relações ou interações indiretas ou ocultas.

Por outro lado, como desafios, podem ser destacados: (a) quantidade de conhecimento específico em campos-chave dependentes de problemas (por exemplo, economia, administração, computação, tomada de decisão, psicologia, comportamento), (b) acesso a certas tecnologias (por

exemplo, hardware e software), (c) mentalidade e atitude de modelagem necessária, (d) nível de foco em detalhes do ambiente do modelo, agentes, regras e atributos, e (e) a necessidade de atualização nas estruturas e técnicas para construção de modelos, coletores de dados e análises.

Esta investigação inicial oferece insights para pesquisas futuras em contabilidade, explorando problemas e condições ambientais que não podem ser facilmente explorados a partir de uma abordagem de pesquisa típica. Questões de controle, custos e riscos podem se beneficiar do método ABM.

## Contribuições

As contribuições deste podem ser vislumbradas sob três vertentes: (a) prática e pesquisa em contabilidade gerencial, (b) ciência e estratégia de pesquisa (método) e (c) educação contábil. Em primeiro lugar, para a contabilidade gerencial, o desenho e desenvolvimento de um modelo, à luz do paradigma ABM, é inovador (como observado na revisão de literatura) e oferece condições para permitir a análise de fenômenos relevantes do comportamento gerencial por meio de parâmetros e regras de controle para alegações de apoio, muito difícil fazer o contrário. Neste caso em particular, cabe destacar a principal contribuição para o debate da contabilidade gerencial sobre a cultura organizacional e sua interação com o desempenho das empresas. Com a adoção dos agentes executores (ABM) o estudo conseguiu mostrar mais desempenho atrelado a uma cultura autoritária e abordar tradeoffs com efeitos emocionais dos gestores, tanto em termos de traço (ambição) quanto de estado (felicidade), bem como sua combinação. Isso deve chamar um debate intenso ainda mais em um contexto e momento de mudanças sociais, gerações distintas e diversos níveis de inovação em todos os setores e organizações.

Em segundo lugar, para ciência e estratégia de pesquisa, o modelo aqui criado e utilizado é baseado no paradigma ABM, outra abordagem de indução e dedução, segundo a literatura, oferecendo potencial a ser explorado nos negócios. O modelo CSP é implementado em Python e Mesa, oferecendo também uma contribuição para estudiosos interessados em expandir alternativas metodológicas para apoiar avanços na área, principalmente aquelas próprias para estudos comportamentais. Isso também está alinhado com as mudanças observáveis na forma como as organizações adotam a tecnologia para explorar cenários e testar alternativas buscando melhorar o desempenho ao longo do tempo.

Por fim, para a educação contábil, o estudo aborda uma lacuna potencial entre o currículo formal atual (graduação,

pós-graduação ou educação profissional continuada) e as habilidades necessárias do mercado de trabalho. Oferece insights sobre habilidades específicas, adotando elementos de ciência da computação e sistemas de decisão aplicados à contabilidade gerencial (por exemplo, ABM, modelagem comportamental, simulação), com oportunidades para melhorar o currículo (também como educação continuada), incluindo linguagens de programação robustas e pacotes de análise de dados (por exemplo, Python, NumPy, Scipy, Pandas, Matplotlib e Seaborn), bem como soluções orientadas à modelagem (por exemplo, Mesa).

## Referências

- Abar, S., Theodoropoulos, G. K., Lemarinier, P., & O'Hare, G. M. P. (2017). Agent Based modelling and simulation tools: A review of the state-of-art software. *Computer Science Review*, 24, 13-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2017.03.001>.
- ACE (2018). Agent-based computational economics. Retrieved on Dec. 26 2018 from "<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/acedemos.htm>".
- Altoé, S. M. L., Pacheco, V., & Espejo, M. M. S. B. (2018). Estilos de liderança e uso do sistema de controle gerencial: Evidências do efeito moderador do nível de formação de gestores de topo. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 11(2), 224-245. <https://doi.org/10.14392/ASAA.2020130207>.
- Amman, H. M. (1988). Computer science in economics and management: A new discipline! (Editorial). *Computer Science in Economics and Management*, 1(1), 1-2. <https://doi.org/10.1007/BF00435198>.
- Andrade, P. R. (2010). Game theory and agent-based modeling for the simulation of spatial phenomena (unpublished doctoral dissertation). INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/National Institute of Spatial Research), Sao Jose dos Campos, SP, Brazil. From [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/tese\\_pedro.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/tese_pedro.pdf).
- Appelbaum, D., Kogan, A., Vasarhelyi, M., & Yan, Z. (2017). Impact of business analytics and enterprise systems on managerial accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 25, 29-44. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2017.03.003>.
- Arnold, M. C., & Gillenkirch, M. R. (2015). Using negotiated budgets for planning and performance evaluation: An experimental study. *Journal of Accounting, Organizations*

- and Society, 43, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.02.002>.
- Axelrod, R. (2006). Simulation in the Social Sciences. *Handbook of Research on Nature-Inspired Computing for Economics and Management* (pp. 90-100). In: J-P. Rennard (Ed.). Hershey, PA: Idea Group.
- Baerdemaeker, J., & Bruggeman, W. (2015). The impact of participation in strategic planning on managers' creation of budgetary slack: The mediating role of autonomous motivation and affective organisational commitment. *Journal of Management Accounting Research*, 29, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2015.06.002>.
- Barbati, M., Bruno, G., & Genovese, A. (2012). Applications of agent-based models for optimization problems: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 39, 6020-6028. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.015>.
- Becker, G. S. (1962). Irrational behavior and economic theory. *The Journal of Political Economy*, 70(1), 1-13. <https://doi.org/10.1086/258584>.
- Bertrand, M., & Schoar, A. (2003). Managing with style: The effect of managers on firm policies. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1169-1208. <https://doi.org/10.1162/003355303322552775>.
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(Suppl 3), 7280-7287. <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>.
- Bushman, R. M., Indjejkian, R. J. & Smith, A. (1995). Aggregate performance measures in business unit manager compensation: the role of intrafirm interdependencies. *Journal of Accounting Research*, 33(Suppl), 101-129. <https://doi.org/10.2307/2491377>.
- Brink, A.G., Coats, J.C. & Rankin, F.W. (2018). Who's the boss? The economic and behavioral implications of Tvarious characterizations of the superior in participative budgeting research. *Journal of Accounting Literature*, 41, 89-105. <https://doi.org/10.1016/j.acclit.2018.03.004>.
- Chamanlal, M. J. (2014). Roles of computer applications and tools in the scientific research process. *International Journal of Research in Science and Technology*, 3(5), 33-40. <https://orcid.org/0000-0002-6870-1212>.
- Chen, S-H. (2012). Varieties of agents in agent-based computational economics: A historical and an interdisciplinary perspective. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 36, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2011.09.003>.
- Chesney, T., Gold, S., & Trautrim, A. (2017). Agent based modelling as a decision support system for shadow accounting. *Decision Support Systems*, 95, 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.01.004>.
- Chong, V. K., & Syarifuddin, I. (2010). The effect of obedience pressure and authoritarianism on managers' project evaluation decisions. *Advances in Accounting*, 26, 185-194. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2010.04.004>.
- Church, B., Kuang, X., & Liu, Y. (2018). The effects of measurement basis and slack benefits on honesty in budget reporting. *Journal of Accounting, Organizations and Society*, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2018.05.005>.
- Cokins, G. (2013). Top 7 trends in management accounting. *Strategic Finance*, 95(6), 21-29. <https://doi.org/10.1080/07366981.2016.1148957>.
- Conte, R. & Paolucci, M. (2014). On agent-based modeling and computational social-science. *Frontiers in Psychology*, 5, 668. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00668>.
- David, N., Sichman, J. S., & Coelho, H. (2005). The logic of the method of agent-based simulation in the Social Sciences: Empirical and intentional adequacy of computer programs. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 8(4). <https://www.jasss.org/8/4/2/2.pdf>.
- Davis, J. P., Eisenhardt, K. M., & Bingham, C. B. (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499. <https://doi.org/10.5465/amr.2007.24351453>.
- Davis, J. S. & Pesch, H. L. (2013). Fraud dynamics and controls in organizations. *Accounting, Organizations and Society*, 38(6-7), 469-483. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2012.07.005>.
- Dooley, K. (2002). Simulation research methods. In: J. J. Baum (Ed.) *Companion to organizations* (pp. 829-848). London: Blackwell.
- Dosi, G., Guerini, M., Lamperti, F., Napoletano, M., Roventini, A., & Treibich, T. (2018). Balance-sheet based

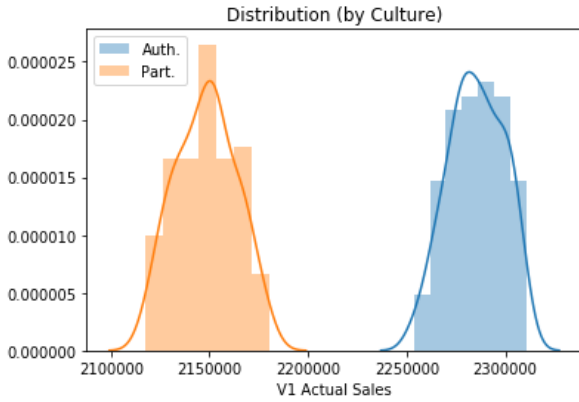
- and unconventional policies in an agent-based model. EU WP6 ISIGrowth Project Deliverable DD 6.5. Retrieved on Dec. 26, 2018, from "http://www.isigrowth.eu/wp-content/uploads/2018/06/working\_paper\_2018\_27.pdf."
- Fioretti, G. (2012). Agent-based simulation models in organizationscience. *Organization Research Methods*, 16(2), 227-242. <https://doi.org/10.1177/1094428112470006>
- Genius (2022). General Environment for Negotiation with Intelligent multi-purpose Usage Simulation. Retrieved on Apr. 10 2022, from "http://ii.tudelft.nl/genius."
- Gilbert, N. (2008). Agent-based models. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gómez-Cruz, N. A., Saa, I. L., & Hurtado, F. F. O. (2017). Agent-based simulation in management and organizational studies: A survey. *European Journal of Management and Business Economics*, 26(3), 313-328. <https://doi.org/10.1108/EJMBE-10-2017-018>.
- Grant, A. M., Christianson, K., & Price, R. H. (2007). Happiness, health, or relationships? Managerial practices and employee well-being tradeoffs. *Academy of Management Perspectives*, 21(3), 51-63. <https://doi.org/10.5465/amp.2007.26421238>.
- Hesford, J. W., Lee, S.-H.S., Van der Stede, W. A., & Young, S. M. (2007) Management accounting: a bibliographic study. In: Chapman, C. S., Hoopwood, A. G., and Shields, M. D. (Eds.) Handbook of management accounting research, vol. 1 (pp. 3-26). Elsevier, Amsterdam.
- Jonker, C. M., Hindriks, K. V., Wiggers, P., & Borekens, J. (2012). *Negotiating agents*. *AI Magazine*, 33(3), 79-91. <https://doi.org/10.1609/aimag.v33i3.2421>.
- Keirse, D., & Bates, M. (1984). Please Understand Me: Character and temperament type. Del Mar, CA: Prometheus Nemesis Book Company.
- Kihn, L. (2010). How do controllers and managers interpret budget targets? *Journal of Accounting & Organizational Change*, 7, 212-236. <https://doi.org/10.1108/18325911111164187>.
- Lambert, R. A. (2001). Contracting theory and accounting. *Journal of Accounting and Economics* 32(1-3), 3-87. [https://doi.org/10.1016/S0165-4101\(01\)00037-4](https://doi.org/10.1016/S0165-4101(01)00037-4).
- Lawson, R. (2018). Management accounting education: New imperatives. *Strategic Finance*, Aug., 100(2), 40-45.
- Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabasi, A. L., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M., Jebara, T., King, G., Macy, M., Roy, D., & Van Alstyne, M. (2009). Life in the network: The coming age of computational social science. *Science* 323(5915), 721-723. <https://doi.org/10.1126/science.1167742>.
- Likert, R. (1967). The human organization: its management and values. New York, EUA, Mcgraw-Hill Book.
- Luna-Ramirez, W. A. & Fasli, M. (2018). Bridging the gap between ABM and MAS: A disaster-rescue simulation using Jason and NetLogo. *Computers*, 7(24). <https://doi.org/10.3390/computers7020024>.
- Macal, C. M. & North, M. J. (2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 4(3), 151-162. <https://doi.org/10.1057/jos.2010.3>
- Macinati, M.S. & Rizzo, M. G. (2014). Budget goal commitment, clinical managers' use of budget information and performance. *Journal of Health Policy*, 117, 228-238. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2014.05.003>.
- Merchant, K. A., & Van der Stede, W. A. (2017). Management Control Systems: Performance Measurement, Evaluation and Incentives, 4th ed. Harlow: Pearson.
- Mignot, S. & Vignes, A. (2020). The many faces of agent-based computational economics: Ecology of agents, bottom-up approaches and paradigm shift. *Economia*, 10(2), 189-229. <https://doi.org/10.4000/oeconomia.8222>.
- Mitchell, T. R. (1974). Motivation: New directions for theory, research, and practice. *Academy of Management Review*, 7, 80-88. <https://doi.org/10.2307/257251>.
- Prawesh, S. (2013). Applications of agent based approaches in business (Unpublished doctoral dissertation). University of South Florida, Florida, USA.
- Pritchard, R.D., & Campbell, K.M.(1977). Effects of extrinsic financial rewards on intrinsic motivation. *Journal of applied psychology*, v. 61, pp.9-15. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.62.1.9>.
- Project Mesa Team (2018). Mesa Documentation, Release 1. Retrieved on Apr. 10 2022 from "https://media.readthedocs.org/pdf/mesa/latest/mesa.pdf".



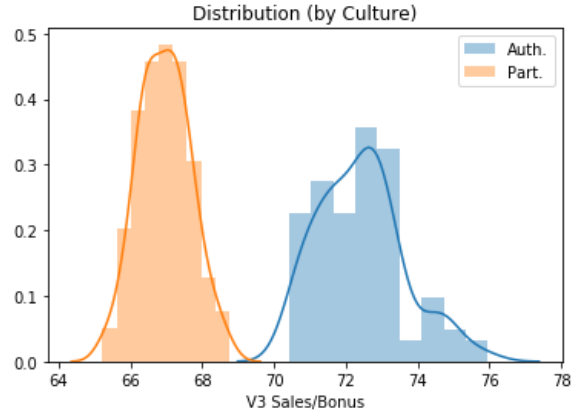
- Radu, S. (2017). A negotiation framework with strategies based on agent preferences. Proceedings of 21st International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS), Bucharest, Romania, 529-535. "http://www.comp-econ.org."
- Russell, S., & Norvig, P. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Ryan, R.M., & Deci, E.L.(2000). Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25, pp. 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>.
- Samuel, S. (2018). A conceptual framework for teaching management accounting. *Journal of Accounting Education*, 44, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2018.05.004>.
- Satra, H. S. (2017). Exploring the use of agent-based modeling (ABM) in mixed methods research. *Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 22, 15-31. <https://doi.org/10.20932/barataria.v0i22.337>.
- Souza, K.G., Santos, G.C., Oliveira, E.R., Silva, D.L.J., & Paranaíba, A.C. (2021). Análise da produção de artigos científicos sobre orçamento empresarial. *Revista eletrônica Gestão & Sociedade*, 5(41), 4088-4118. <https://doi.org/10.21171/ges.v15i41.3219>.
- Sapleton, N. (2013). Advancing research methods with new technologies. Hershey, PA: IGI Global.
- SCE (Society for Computational Economics). (2019). *Computational Economics*. Retrieved on Jun. 22 2019, from "http://www.comp-econ.org."
- Schein, E.H. (2004). Organizational Culture and Leadership. Jossey-Bass, San Francisco, CA.
- Shields J.F. & Shields, M.D, (1998). Antecedents of participative budgeting, *Journal Accounting, Organizations and Society*, 23, 49-76. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(97\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(97)00014-7).
- Tosi, H., Rizzo, J., & Carroll, S.(1995). Managing organizational behavior. *Long Range Planning*, Vol.28(3), pp.115-115. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)91595-8](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)91595-8).
- Vroom, V. H.(1964) Work and motivation. New York: Wiley.
- Waldherr, A., Hilbert, M., & Gonzalez-Bailon, S. (2021). Worlds of agents: Prospects of agent-based modeling for communication research. *Communication Methods and Measures*, 15(4), 243-254. <https://doi.org/10.1080/19312458.2021.1986478>.
- Wall, F. (2016). Agent-based modeling in managerial science: an illustrative survey and study. *Review of Managerial Science*, 10(1), 135-193. <https://doi.org/10.1007/s11846-014-0139-3>.
- Wooldridge, M. (2002). An Introduction to MultiAgent Systems. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Yuen, D. C.Y. (2004). Goal characteristics, communication and reward systems, and managerial propensity to create budgetary slack. *Managerial Auditing Journal*, 19, 517-532. <https://doi.org/10.1108/02686900410530529>.

# Apêndice 1

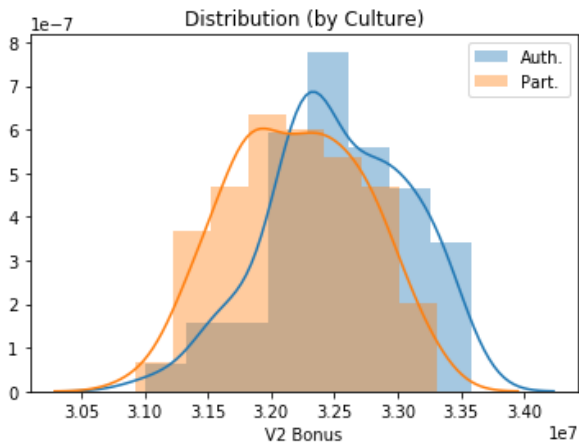
## CSP Descritivos do modelo (Resultados em massa)



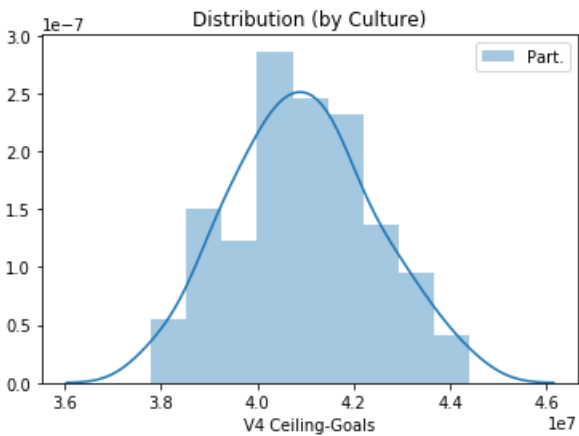
Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)  
 Actual Sales = vendas atuais  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



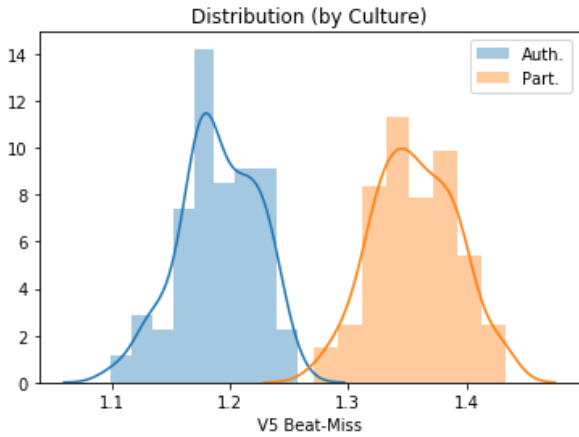
Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)  
 Sales/Bonus = vendas/bônus  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



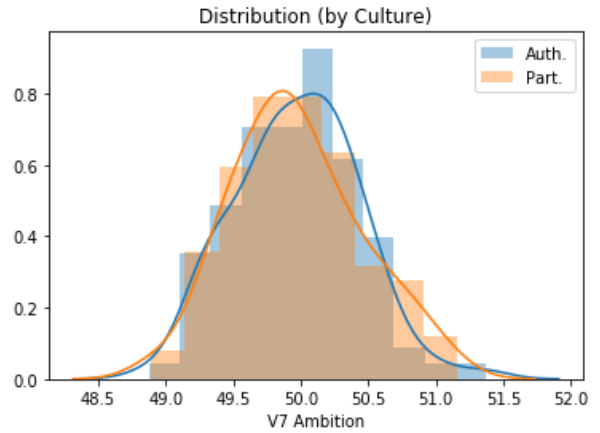
Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)  
 Bonus = bônus  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



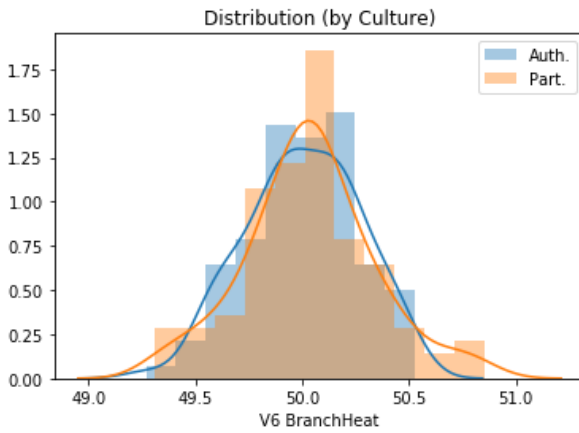
Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)  
 Ceiling-Goals = meta-teto  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



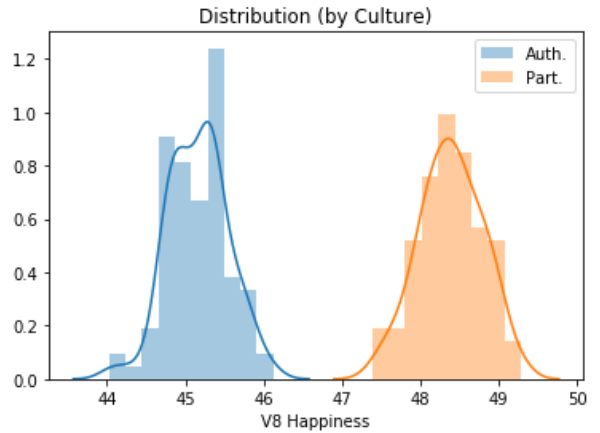
*Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)*  
 Beat-Miss = Índice de meta batida sobre não alcançada  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



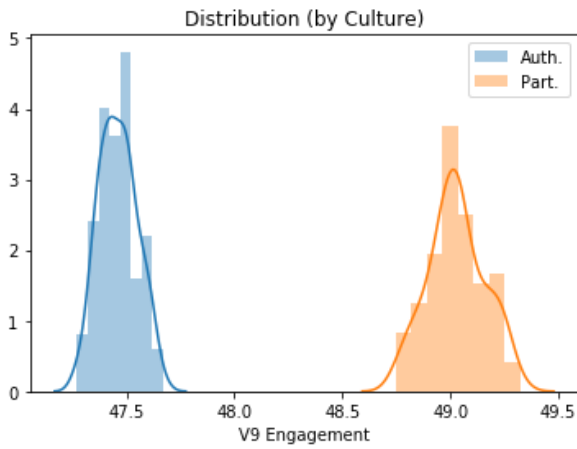
*Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)*  
 Ambition = ambição  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



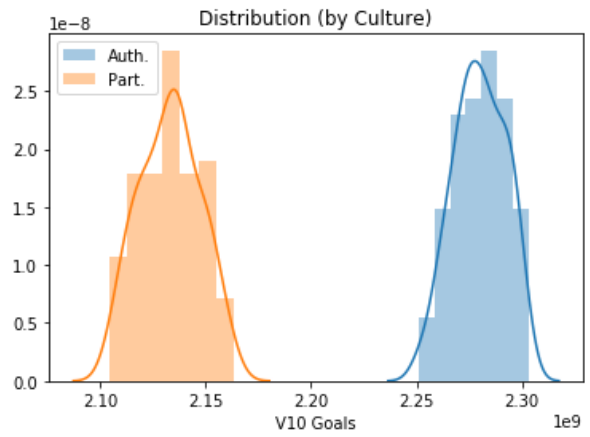
*Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)*  
 BranchHeat = Mapa de Calor  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



*Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)*  
 Happiness = felicidade  
 Auth. = autoritária  
 Part. = participativa



*Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)*  
*Engagement = engajamento*  
*Auth. = autoritária*  
*Part. = participativa*



*Distribution (by culture) = Distribuição (da cultura)*  
*Goals = metas*  
*Auth. = autoritária*  
*Part. = participativa*