

**EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO RISCO, DO CRÉDITO E MODELAGEM SOB A ÉGIDE DO
PRINCÍPIO DA PARCIMÔNIA: UM ENSAIO TEÓRICO**

JULIANA FERREIRA DE CARVALHO
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO RISCO, DO CRÉDITO E MODELAGEM SOB A ÉGIDE DO PRINCÍPIO DA PARCIMÔNIA: UM ENSAIO TEÓRICO

Palavras-chave: Risco, Crédito, Parcimônia.

1 Introdução

Objetiva-se com este ensaio explorar histórica e teoricamente os riscos de crédito, bem como a parte de modelagem diante dos preceitos do Princípio da Parcimônia, posto que este princípio pode ser diretriz na modelagem de risco: se dois modelos modelam um conjunto de dados, aquele com menos *inputs* tende a ser o mais adequado, contudo, a escolha entre complexidade e simplicidade depende da situação (Gross, 2022). Modelos mais complexos, como os que utilizam *Machine Learning*, devem ser utilizados e validados, desde que apresentem melhor acurácia do que modelos mais simples (Tie & Mark, 2020; Seasholtz & Kowalski, 1993). Nesse sentido, representar risco de crédito em um modelo facilita visualizá-lo e compreendê-lo, dado que busca responder, direta ou indiretamente, embasado em dados passados e suposições, qual o risco (quantificável) de que os fluxos de caixa não sejam concretizados e disponibilizados aos credores?

Conceder crédito é uma das atividades exercidas pelo mercado financeiro; para que essa atividade ocorra satisfatoriamente é necessário seguir a regra do jogo, isto é, cobrar taxas de juros condizentes ao risco (Perera, 1997). Para tanto, identificar, mensurar e monitorar riscos corporativos são passos salutares para que os interessados decidam quais riscos devem gerir ou ignorar (Lima, 2023). No entanto, incorrer em riscos pode ensejar perdas econômicas e financeiras ao ponto de acarretar falência, por isso, entender as características que levam às organizações às situações de risco conduzem a estudos sobre modelagem que abarcam parte das questões relacionadas ao risco de crédito (Barboza et al., 2023).

Dada a necessidade de modelos preditivos e precisos é que se estabelece a relação entre risco de crédito e Princípio da Parcimônia, visto que nem sempre modelos mais complexos necessariamente são mais preditivos e precisos (Damodaran, 2007; Jha & Cucculelli, 2021). Assim, este ensaio justifica-se pela necessidade de aprofundar a compreensão teórica sobre modelos de risco, os quais são importantes no meio corporativo ao auxiliar os tomadores de decisões sobre concessões de crédito. Teoricamente, a contribuição ocorre ao ampliar o debate sobre modelagem e por estar em consonância com as áreas contábil e financeira, uma vez que, melhor entendimento sobre princípios, aspectos teóricos e aplicabilidade contribuem com registros informacionais claros e objetivos (McSharry, 2018; Vandekerckhove et al., 2015).

Contextualmente, Damodaran (2007) e Lima (2023) mencionaram que há inúmeros tipos de riscos, muitos não podem ser evitados, mas podem ser detectados e geridos para que possam ser mitigados na intenção de tirar o melhor proveito deles. Dentre os tipos de riscos, o de crédito é um dos mais antigos ao qual os mercados financeiros estão expostos. Se o crédito nada mais é do que a expectativa de receber uma quantia em um determinado tempo, então o risco de crédito é a probabilidade de frustração dessa expectativa. Geralmente, riscos de crédito são estimados via modelagem matemática-estatística, cujo objetivo é fornecer informações aos interessados que de outra forma não seria facilmente conseguida ou só poderia mediante alto custo. Em mercados em que as margens de lucro e os retornos estão cada vez mais sacrificadas, é implacável a pressão para reduzir custos e despesas, portanto, estimar riscos proporciona vantagem competitiva aos que os estimam e os gerem (Caouette et al., 2011).

Ao dissertarem sobre modelos de risco de crédito, Chen et al. (2016) alegaram que há evidências de que modelos considerados inteligentes superaram os tradicionais e sugeriram incluir variáveis macroeconômicas que influenciam desempenhos em futuros estudos. Em contraposição, Barboza et al. (2023) verificaram que técnicas tradicionais com a adequação de

variáveis suplantaram modelos de *Machine Learning* e sugeriram estudos adicionais nessa temática. Cada modelo tem vantagens e desvantagens e a escolha do mais adequado depende do contexto, dos dados e dos requisitos de cada um (Pereira, 2016).

Adicionalmente, Bachmair (2016) afirmou que em análise de risco, os interessados não devem ser otimistas com modelos sem a compreensão dos riscos específicos do tomador ou das características setoriais. É necessário conscientizar de que modelos bem construídos estimam riscos, mas não eliminam incertezas futuras. Isso significa que qualquer modelo pode mascarar questões fundamentais (Damodaran, 2007). De forma geral, o raciocínio exposto compactua com o Princípio da Parcimônia, cujo pressuposto diz que “a pluralidade não deve ser posta sem necessidade, ou, dentre as explicações possíveis para um fenômeno, a mais simples, com menos suposições e hipóteses, geralmente, é a mais adequada, assim, muitas vezes, não é necessário recorrer a explicações complexas, exceto se houver evidências robustas que justifiquem (Damodaran, 2007; Jha & Cucculelli, 2021; McSharry, 2018; Vandekerckhove et al., 2015).

2 Fundamentação Teórica

2.1 Risco

Em qualquer organização, o risco se faz presente. No mundo financeiro, a palavra risco quase sempre se refere ao risco de crédito (Siegel, 2013). O senso comum ao abordar o tema risco o imagina somente pela ótica de resultados negativos, porém, risco é a probabilidade de que algo aconteça diferente do esperado (Lima, 2023). Por isso que, a média em Estatística é denominada de esperança, pois fornece uma medida de centralidade em uma distribuição probabilística, essas questões advêm da Teoria de Probabilidade, base da Estatística Moderna, desenvolvida em meados do século XVII, inicialmente era ligada aos jogos de azar. Em francês, a palavra “*espérance*” foi utilizada para expressar a quantidade média que um jogador esperava ganhar ou perder. Essa terminologia foi mantida na formalização da teoria nos séculos XVII e XVIII (Feller, 1971).

A palavra risco tem origem italiana (*risicare*) e significa “ousar”, por isso, é visto como ação dependente de liberdade, porque ninguém, em condições de sanidade mental, corre risco na certeza de fracasso. Não obstante, risco e retorno sempre foram faces da mesma moeda, por exemplo, risco físico e recompensa material: o homem primitivo corria risco físico em busca de alimento e abrigo, caso contrário, morreria por inanição (Damodaran, 2009). Risco é sempre uma perspectiva futura, uma vez que o passado já revelou seus segredos e resulta de uma análise retrospectiva por meio de medidas de variabilidade de resultados passados como indicador de resultados futuros. Na prática, existe a presunção de que não haverá mudanças estruturais no processo examinado, no entanto, pode ser que as estimativas passadas sejam ruidosas, porém capazes de fornecer evidências sobre o cenário futuro (Damodaran, 2022).

Historicamente, risco e sobrevivência andaram lado a lado, visto que o homem pré-histórico tinha vida curta e hostil e a expectativa de sobrevida não passava de 30 anos, porque ao ir em busca de alimento e abrigo, ele era exposto a todo tipo de perigo e intempéries (Damodaran, 2024). Com o desenvolvimento das sociedades apareceram outros tipos de riscos aos quais os homens ficaram expostos, como guerras e doenças que dizimaram populações inteiras. Os riscos que nossos antepassados mais distantes enfrentaram eram físicos, provenientes de desastres naturais e de estarem à mercê de predadores, isto é, riscos físicos eram a forma dominante de risco até a Idade Média (Bernstein, 2018).

A separação entre risco físico e financeiro tomou forma há centenas de anos, quando o comércio entre a Europa e Ásia colocou navios e tripulação à mercê de tempestades, doenças e ataques de piratas até chegar aos seus destinos. Diante desse contexto, os capitalistas arcavam com o risco financeiro, mas a tripulação arcava com o risco físico. Dessarte, nos últimos séculos, com a evolução dos mercados e dos instrumentos financeiros, houve a separação entre

risco físico e econômico, por exemplo, qualquer um pode adquirir ações e expor-se ao risco econômico sem exposição ao risco físico. Não é por acaso que o setor de seguros remonta à essa época (Damodaran, 2007, 2024).

Embora a história mostre a onipresença do risco na seara humana, ainda não há consenso sobre sua definição, todavia, Knight (1921) diferenciou risco de incerteza ao pontuar que risco é a incerteza quantificada. De acordo com os ensinamentos de Bernstein (2018), o que se entende por conceito de risco teve origem no sistema numérico indo-arábico, em que um dos méritos desse sistema foi conceituar o número 0 (zero), o qual influenciou a Teoria da Probabilidade, que é uma das formas de se estimar risco. Esse sistema chegou ao Ocidente há cerca de 800 anos, porém só passou a ser estudado com maior profundidade a partir do Renascimento, período em que houve a libertação de crenças ideológicas em sorte, oráculos e adivinhações.

Para Assaf Neto (2021), sob o ponto de vista da mensuração, risco é a incerteza quantificada, portanto, pode ser estimado via distribuição de probabilidades dos possíveis resultados: medido pelo desvio-padrão (retornos discretos) ou variância (retornos contínuos) com base na média. Embora, na prática, medidas estatísticas como volatilidade ou correlação estimem risco, ele não é uma abstração estatística. O seu impacto não é apenas financeiro, mas emocional e físico e é anterior aos interesses dos mercados (Bernstein, 2018). Em outra ótica, Damodaran (2009), Jorion (2007) e Lima (2023) apresentam o risco conforme ideogramas chineses (Figura 1): o primeiro representa perigo; o segundo oportunidade:

Figura 1
Ideogramas



Damodaran (2009)

A interpretação dos ideogramas caminha no seguinte sentido: Oportunidade, sem perigo, é ilusão, dado que a busca por retornos elevados (grandes oportunidades), envolve risco (perigo); perigo, sem oportunidade, é questão de temeridade, porque assumir riscos sem expectativa de recompensa leva à ruína (Damodaran 2022). Em termos classificatórios, Lima (2023) classificou riscos corporativos em três: riscos estratégicos, não estratégicos e financeiros. Esse último caracteriza-se por possíveis perdas devidas às oscilações de variáveis que influenciam desempenhos e fluxo de caixa e subclassifica-se em risco de mercado, de crédito, de liquidez, operacional e legal. Embora as empresas sejam suscetíveis a uma ou mais classes de risco em menor ou maior magnitude, identificar, mensurar e avaliar o risco de crédito é primordial para que investidores tenham informações ao tomar decisões sobre concessões de crédito (Damodaran, 2007; Standard & Poor's, 2023).

2.2 Crédito

A acepção da palavra crédito decorre da confiança (acreditar), do latim credere (Securato & Famá, 1997). A história do dinheiro e do crédito confunde-se com a história da civilização, pois grãos e gado já foram moeda de troca há cerca de 9.000 a.C. (Bank & Davies, 2002). Na Idade Média, o crédito passou por percalços, porque cobrar juros era visto como usura e imoralidade por questões religiosas, mesmo assim, judeus desenvolveram os primeiros serviços financeiros (Sfeir, 2019).

O conceito de crédito e de empréstimo a juros não é um fenômeno moderno. Embora pareça fácil pensá-lo dessa forma, baseado em uma cultura de cartões de crédito, empréstimos e assim por diante, a concessão de crédito existe desde a pré-história. É provável que o crédito, mesmo de forma rudimentar, já existisse antes dos sistemas monetários formais, tanto que a ideia de emprestar mediante pagamento de juros era tradicionalmente conhecida como usura. Os empréstimos eram concedidos com cereais ou gado, os quais tinham propensão ao aumento no transcorrer do tempo e, dessa forma, o credor passou naturalmente a esperar um reembolso adicional ao fim de cada operação ou empréstimo (Finlay, 2005).

Exemplos de contratos de crédito com juros podem ser encontrados em documentos sumérios datados de cerca de 3.000 a.C., alguns desses documentos estão expostos no Museu do Louvre em Paris. As primeiras leis sobre gestão de contratos de crédito foram emitidas na Babilônia com o Código de Hamurabi por volta de 1760 a.C. No século VII a.C., os gregos desenvolveram um sistema de empréstimos a juros com o intuito de financiar empreendimentos mercantis marítimos (Homer & Sylla, 1996). Esses empréstimos eram garantidos com propriedades e muitos dos templos gregos agiam como agiotas, o que era parte considerável de sua renda. No entanto, as penalidades pelo não pagamento das dívidas eram severas e dívidas não pagas levavam o devedor, sua família e seus bens a serem confiscados e o devedor tornava-se escravo (Finlay, 2005).

Na Grécia, em 594 a.C., Sólon fez reformas revolucionárias e redefiniu a relação credor e devedor, perdoou escravizados por dívidas e tornou ilegal a escravidão, posteriormente, o estado grego recomprou devedores escravizados e reconheceu a importância do crédito, tanto que flexibilizou leis e incluiu a remoção dos limites máximos das taxas de juros, o que favoreceu a expansão mercantil (Finlay, 2005). No século IV a.C., Platão e Aristóteles foram contra o crédito sob a alegação de que crédito era uma das fontes de males sociais. Os argumentos de Aristóteles contidos em “A Política” foram usados como base para aqueles que se opunham ao conceito de usura por mais de 2000 anos. Aristóteles defendia que, embora fosse natural dois porcos se reproduzirem para formar um terceiro, a ideia de alguém ter benefício emprestando dinheiro e depois receber juros era contra a ordem natural das coisas (Everson, 1988).

Ao contrário dos gregos, em 88 a. C., os romanos procuraram regular o mercado de crédito por meio de leis impondo limite máximo para taxas de juros e a dívida era algo aceito socialmente. Os romanos faziam distinção clara entre crédito produtivo, usado para financiar empreendimentos comerciais ou estatais e crédito de consumo para sustentar estilo de vida. No século II a.C., os romanos reconheceram a responsabilidade limitada de sociedades anônimas como um conceito distinto da entidade separada do indivíduo (Finlay, 2005).

Ao examinar as práticas de usura dos primeiros 2000 anos d.C., é necessário verificar o contexto religioso dentro do qual indivíduos e governos operaram. A Igreja primitiva surgiu em contradição com os excessos decorrentes do declínio do Império Romano, no qual a usura era abundante, assim como a miséria e a ruína. Do século V d.C. até a Reforma Protestante do século XVI, os ensinamentos da igreja eram a força moral e a política europeia dominante, pois a igreja e estado estavam frequentemente interligados. Nesse contexto, observa-se a influência religiosa em muitos aspectos da vida social, de forma que a atitude da igreja frente à usura influenciou fortemente as práticas de crédito europeias durante mais de mil anos (Finlay, 2005).

Por volta do século IV d.C., a igreja adotou posição bem estabelecida contra as práticas de usura. O que mudou no milênio seguinte era a definição de usura e a severidade como os transgressores eram tratados. Os padres condenavam a usura com base em argumentos de fontes bíblicas e argumentos de estudiosos antigos, em particular, citavam Aristóteles sobre a esterilidade do dinheiro. Embora a igreja condenasse publicamente a usura, não há dúvidas de que os empréstimos a juros ocorreram nas nações católicas e às vezes foi até apoiada por bispos, governantes e outras figuras importantes da sociedade, portanto, a atividade creditícia tornou-se clandestina, entretanto, amplamente praticada, mas raramente mencionada (Finlay, 2005).

Nos séculos VIII e IX d.C., as atitudes da igreja em relação à usura tornou-se cada vez mais rigorosa. Durante o reinado do imperador Carlos Magno, no início do século IX, a usura foi totalmente banida, pois foi declarado como forma de roubo e um pecado contra o sétimo mandamento: “Não roubarás”. Com a Reforma Protestante do século XVI, houve conflitos religiosos em grande parte da Europa e os ensinamentos das novas igrejas sobre a usura eram diferentes da visão católica. Os calvinistas foram o primeiro grupo cristão a considerar a economia, o trabalho árduo e o ideal capitalista como uma virtude aos olhos de Deus. Para eles, emprestar nas circunstâncias certas, considerando bons princípios econômicos baseados em produtividade era uma atividade saudável e valiosa (Gelpi & Julien-Labruyère, 2000).

Diante dessa filosofia, a Inglaterra protestante abriu caminho para remover barreiras a respeito do crédito remunerado. Em 1545, Henrique VIII revogou a legislação existente contra a usura e a cobrança de juros foi permitida, desde que a taxa máxima fosse 10%. Conquanto tenha havido um restabelecimento temporário das proibições à usura por Eduardo VI em 1551, em 1571, sob o reinado de Elizabeth I, a Inglaterra voltou a regulamentar as práticas de empréstimo originalmente decretadas por seu pai, Henrique VIII. Depois deste período, os empréstimos com cobrança de juros nunca mais foram proibidos na Inglaterra e, ao longo das décadas seguintes, muitos países europeus seguiram o exemplo inglês (Finlay, 2005).

Durante o século XVIII houve enormes mudanças sociais, com grandes avanços na Economia, Filosofia, ciência e indústria, o que impulsionou a mudança de uma sociedade agrícola para uma sociedade industrial. Assim sendo, novas ideias foram formadas quanto à adequação da usura e das leis que a controlavam (Finlay, 2005). Em 1776, Adam Smith publicou “*An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*”, defendendo que o crédito levava o trabalhador agrícola ao empobrecimento; que lucros excessivos provenientes de cobrança de altas taxas de juros sobre empréstimos prejudicava a economia ao retirar recursos valiosos que poderiam ser aplicados de forma produtiva na melhora da situação dos indivíduos e da sociedade (Smith, 2002).

Historicamente, depreende-se que o crédito e os juros surgiram há milhares de anos e os princípios sob os quais são concedidos e os tipos disponíveis praticamente não mudaram. Ao longo da história, o crédito foi definido em grande parte por aspectos morais materializados na legislação ao abordar problemas resultantes do seu uso considerado indevido. Os avanços tecnológicos ocorridos desde meados do século XIX mudaram significativamente a forma como o crédito é concedido e gerenciado. Parte desta mudança decorre de novos meios de concessão de crédito, contudo, concedê-lo envolve riscos (Finlay, 2005).

2.3 Risco de Crédito

As organizações enfrentam riscos cotidianamente e os mais significativos são risco de mercado, risco operacional e risco de crédito. Esse último tornou-se importante devido aos descumprimentos contratuais decorrentes do crescente número de empréstimos (Lima, 2023). Diante disso, a gestão do risco de crédito é fator chave para mitigar perdas de diversas ordens em bancos, instituições financeiras ou mesmo entre entidades. Como o risco de crédito pode ser definido como a incerteza sobre a capacidade da contraparte em arcar com compromissos financeiros, na medida em que o credor pode ter uma perda potencial devido a mudança na qualidade do crédito ou na incapacidade de pagamento do devedor (Gavlaková et al., 2014).

Na órbita corporativa, é importante gerir riscos devido às incertezas e a variabilidade de resultados, sobretudo ao conceder crédito para entidades captadoras de recursos financeiros, pois caso a entidade não gere caixa suficiente para arcar com as obrigações correntes, os credores serão diretamente afetados (Damodaran, 2007). Para Brito e Assaf Neto (2008), Caouette et al. (2011), Jorion (2007) e Lima (2023), crédito é disponibilização de recursos a uma contraparte condicionada a pagamento de juros e principal em data futura. Já o risco de crédito é a hipótese de perda do valor disponibilizado e divide-se em três: (I) risco de *default*

(calote): probabilidade de descumprimento de obrigação contratual explícita ou implícita; (II) risco de degradação do crédito: exposição à incerteza quanto ao valor do crédito no momento do *default*; (III) risco soberano: classificação realizada por agências especializadas.

Nessa lógica, os interessados precisam considerar o risco de os tomadores de recursos não honrarem as obrigações financeiras assumidas tempestivamente e de forma total, portanto, o risco deve ser avaliado regularmente (Bachmair, 2016; Delapedra-Silva, 2021). Apesar de as empresas serem suscetíveis a uma ou mais classes de risco em menor ou maior magnitude, identificar, mensurar e avaliar o risco de crédito é primordial para que investidores tenham informações ao conceder crédito ao tomador (Damodaran, 2007; Standard & Poor's, 2023).

Agências especializadas em avaliar risco de crédito, denominadas agências de *rating*, afirmam que suas análises não garantem a credibilidade das empresas ou dos títulos analisados (Yamanari & Souza, 2022). Agências como Fitch, Bloomberg®, Moody's e Standards & Poor's (S&P) classificam risco de crédito por meio de uma escala com letras, sinais e/ou números, por exemplo: "AAA" da S&P e "Aaa" da Moody's representam qualidade máxima indicando os menores riscos e recebem *status* de grau de investimento (Caouette et al., 2011). O risco aumenta à medida que a classificação caminha em direção ao último nível (letra "D"), denominado de grau especulativo (*junk bonds*) (Damodaran, 2012. Gavlaková et al., 2014).

Embora as análises das agências sejam importantes para o mercado, elas têm recebido críticas contundentes devido a conflito de interesses, pois quem as paga são as mesmas empresas que emitem os títulos avaliados. Além disso, não há transparência na divulgação dos métodos que utilizam para fazer as classificações, pois não há divulgação dos procedimentos adotados; há lentidão no rebaixamento das classificações já realizadas e algumas apresentam comportamento de rebanho (classificações semelhantes entre elas) e, por fim, ocorre ausência de responsabilização em caso de erros de classificação (Joffe & Partnoy, 2018).

Diante do contexto exposto, é inegável a importância da avaliação de riscos, sejam eles de crédito ou não, no entanto, é preciso pontuar a função social e econômica do crédito, a saber: acesso ao crédito faz com que as empresas aumentem o nível de atividade e produtividade ao proporcionar a execução de projetos no caso de insuficiência de recurso próprio disponível; estimula o consumo e consequentemente a demanda; por meio do crédito que parte significativa de indivíduos adquirem moradias e outros bens duráveis. Em contrapartida, acesso ao crédito pode tornar indivíduos e empresas endividados e é um forte componente macroeconômico que influencia o processo inflacionário (Pereira, 2016).

Sob a perspectiva financeira, quanto maior o risco, maior tende a ser o retorno esperado, entretanto, quanto maior o risco, maiores são as chances de incorrer em crises e dificuldades financeiras. Ao incorrer em riscos, ocorre também a oportunidade de aproveitar favoravelmente momentos econômicos e de ter bons retornos (Assaf Neto, 2021). Nessa lógica, é salutar avaliar riscos, sejam eles de crédito ou não e para isso, modelos de risco são necessários para estimá-los a fim de que possam ser geridos e mitigados (Pereira, 2016).

2.4 Modelos de Risco de Crédito

Um modelo é uma relação ou função matemática especificada e existente entre variáveis diferentes, portanto, o risco de crédito pode ser descrito matematicamente em um modelo. Ademais, ele pode ser avaliado sob duas perspectivas de microrrisco: (I) risco de o tomador de crédito não arcar com a obrigação assumida; (II) o tomador pagar antecipadamente a obrigação assumida, neste caso, o pagamento antecipado acarreta perda, dado que o credor não receberá os juros futuros. Essas perdas, denominadas de micro, se consideradas individualmente não representam grandes prejuízos aos credores, no entanto, se somadas, podem acarretar crises financeiras de grande magnitude. Nesse sentido, a análise preditiva, por meio de modelagem é a clássica e bastante conhecida avaliação de crédito que serve como antídoto para o acúmulo de microrrisco (Siegel, 2013).

Nessa lógica, representar um fenômeno por meio de uma equação matemática ou modelo facilita visualizá-lo e compreendê-lo. Os modelos que avaliam risco de crédito não são exceções e, de forma geral, esses modelos respondem, de forma direta ou indireta, com base em experiências e dados passados, considerando suposições micro e macroeconômicas futuras, qual o valor de uma determinada operação de crédito? Ou, qual o risco estimado de que os fluxos de caixa não se concretizem ou não sejam disponibilizados aos credores? (Caouette et al., 2011). A análise preditiva, por meio de modelagem,

Às vezes, modelos são construídos com embasamento teórico, por exemplo, a Teoria de Opções Reais sugere uma abordagem probabilística para estimar risco. Essa teoria é utilizada em contextos em que há incerteza significativa e a flexibilidade gerencial pode e deve ser considerada (Black & Scholes, 1973). Indicadores, Teoria de Opções, Econometria e sistemas, todos são tentativas de estudar e refinar ferramentas eficazes para modelos de risco de crédito. Para implementar qualquer uma dessas ferramentas é necessário embasamento lógico e teórico da relação entre variáveis e o porquê usar uma em detrimento de outra. Além disso, modelos precisam ser testados e para isso dados são necessários porque testes não podem ser executados no vácuo (Caouette et al., 2011).

Nessa lógica, ainda que os modelos sejam ferramentas que forneçam estimativas e respostas e que auxiliem na avaliação do risco, de qualquer forma, eles fornecem informações que embasam decisões, todavia, eles dependem da qualidade dos inputs, os quais, nem sempre, capturam a imprevisibilidade de eventos que influenciam a capacidade de pagamento (Caouette et al., 2011). Diante disso, é imprescindível que os interessados avaliem os *outputs* dos modelos, façam julgamentos adicionais e considerem informações externas ou de ordem qualitativa que complementam as análises (Brealey et al., 2018). A título de ilustração, os modelos de Análise Multivariada desenvolvidos por Altman utilizaram classificação similar ao das agências de ratings, entretanto, Altman et al. (1998) e Altman et al. (2017) frisaram que, embora muitos definam seu modelo como preditor de falência, ele é classificador de risco de crédito.

As constatações de Altman et al. (2019) apontaram a importância de atualizações e adaptações no modelo z-score a fim de refletir mudanças e evoluções no ambiente do negócios, assim como alterações micro e macroeconômicas. Apesar de o modelo de Altman ser eminentemente quantitativo, Lima et al., (2024) alegaram que ainda há espaço para a inclusão de várias qualitativas como governança corporativa, reputação e *Environmental, Social and Governance* (ESG). Na percepção de Chen et al. (2016) e Nocco e Stulz (2006), a avaliação de risco de crédito é tema importante e recorrente em Contabilidade e Finanças, sobretudo quanto aos modelos classificativos ou preditivos.

O modelo de Análise Univariada descrito por Beaver (1966, 1968^a, 1968b) é precursor nessa temática, contudo, o mais citado na órbita acadêmica é o de Análise Discriminante Multivariada de Altman (1968) que evidencia uma pontuação (z-score) para a empresa, classificando-a em um determinado nível de risco de crédito. Posteriormente, esse modelo foi aprimorado para a realidade de outros mercados (Altman et al., 2005; Altman et al., 2019; Caouette et al., 2011). Outro modelo reconhecido na literatura é o *O-score* proposto por Ohlson (1980) com uso de regressão logística.

Para captar a sensibilidade e as mudanças reais na qualidade de crédito, outros modelos utilizam termos como *financial distress*, falência / não falência e *default* / não *default*, os quais são menos subjetivos do que os que utilizam *ratings*, visto que empresas em *default* estão em situações incontestáveis de risco (Caouette et al., 2011). Bachmair (2016), Chen et al. (2016), Barboza et al. (2022) e Barboza et al. (2023) mostraram que muitos modelos e algoritmos foram propostos e testados no decorrer dos últimos anos a fim de avaliar risco de crédito, todavia, ainda há na literatura divergências quanto ao uso e poder preditivo dos modelos, tanto com o uso de ferramentas tradicionais como Análise Discriminante e Regressão Logística, quanto os que utilizam *Machine Learning*, considerados mais contemporâneos.

O que se percebe é que há uma variedade de abordagens sobre risco de crédito utilizando modelos estatísticos tradicionais ou de *Machine Learning*, considerados “inteligentes”, e que são ferramentas imprescindíveis para instituições financeiras, agências de *ratings* e demais interessados, pois transformam os *outputs* dos modelos em informações sobre risco de crédito que embasam decisões (Brito & Assaf Neto, 2008).

3. Modelagem de Risco de Crédito Diante do Princípio da Parcimônia

Historicamente, a análise e gestão de qualquer tipo de risco passou a acontecer a partir do Renascimento, por volta de 1654, quando os agentes econômicos passaram a deixar de lado credenciais que os impossibilitam de fazer análises mais racionais. A partir de então, com a descoberta da Teoria das Probabilidades (núcleo matemático sobre o conceito de risco), foi iniciado o período das técnicas quantitativas de administração do risco (Lima, 2023). Diante das inúmeras possibilidades de técnicas de modelagem, a aplicação do princípio da parcimônia em modelos de risco de crédito garante que os modelos sejam não apenas precisos, mas também interpretáveis e práticos em ambientes de negócios. Embora a literatura pouco aborde especificamente modelos de risco de crédito sobre a ótica do princípio da parcimônia, modelos mais parcimoniosos resultam em *outputs* que proporcionam análise mais eficazes e robustas na tomada de decisão por aqueles que concedem crédito (Gauch, 2003; Siegel, 2013).

O Princípio da Parcimônia, referido na literatura filosófica como Navalha de Ockham (metáfora em que a navalha corta o desnecessário), é uma homenagem ao frade franciscano William de Ockham que viveu no século XII (Gauch, 2003). Para o frade a função lógico-metodológica desse princípio era o corte de excessos nas complexidades, portanto, sugeria que, dentre várias hipóteses ou conceitos que explicam um fenômeno, a mais simples deve ser escolhida, pois qualquer coisa ou modelos devem ser tão simples quanto possível, mas não mais simples (McFadden, 2022). Modelos mais simples, em geral, são mais fáceis de interpretar e explicar, o que os tornam mais relevantes por serem mais transparentes. Esse princípio evita o *overfitting* (quando um modelo se ajusta aos dados, porém é ineficaz para fins preditivos). Em regra, modelos mais simples requerem menos recursos computacionais, oferecem estimações mais rápidas e traz benefícios em tempo real (Cutcliffe & Harder, 2009).

Empiricamente, Marsh e Balla (1994), considerando o princípio da parcimônia em termos de complexidade relacionada à ajustes, examinaram como diversos índices influenciava modelos simulando diferentes tamanhos de amostra na análise fatorial confirmatória. Os autores perceberam que a simplicidade do modelo é essencial para evitar ajustes desnecessários, o que também favoreceu a interpretabilidade dos resultados. Eles ressaltaram que modelos mais simples, quando bem ajustados, proporcionam melhor generalização e estabilidade, sobretudo em amostras menores. Destacaram a importância de penalizar a complexidade excessiva para promover a parcimônia sem comprometer a validade dos modelos, por conseguinte, concluíram que a parcimônia facilita a compreensão teórica e proporciona aplicabilidade mais acessível em modelos estatísticos.

Em estudo similar ao de Marsh e Balla (1994), Konold e Sanders, (2024) abordaram a parcimônia comparando Análise Fatorial Confirmatória (AFC) com Modelagem de Equações Estruturais Exploratórias (MEEE). Os autores destacaram que a MEEE apresentou menos vies nos parâmetros estruturais quando havia Cargas Cruzadas (CC) presentes. No entanto, eles argumentaram que, quando o ajuste da AFC é razoável e adequado, a AFC deve ser preferida com base na parcimônia, evitando a complexidade desnecessária e que pode resultar em vieses com interpretações errôneas. É necessário frisar que, embora a AFC possa apresentar bom ajuste individual, ela pode falhar em comparação com a MEEE, especialmente quando há CC não nulas erroneamente fixadas em zero, o que resulta em especificações incorretas.

As ideias explicitadas por Gauch (2003) mostraram que a literatura sobre parcimônia está dispersa na Filosofia, Estatística e outras ciências, contudo, a parcimônia é um importante

método científico por duas razões: primeira e mais fundamentalmente, todo empreendimento científico nunca produziu e nunca produzirá uma única conclusão sem invocar a parcimônia; segunda, modelos parcimoniosos facilitam a compreensão, melhoram a precisão e aumentam a eficiência. A título de exemplo, Copérnico escolheu a teoria heliocêntrica em detrimento da geocêntrica não por motivos de melhor ajuste aos dados que tinha à época, mas por motivos de maior simplicidade. Em muitas áreas da ciência e tecnologia, melhor compreensão da parcimônia no método científico produziria ganhos consideráveis em precisão e eficiência.

A comparação entre modelos é defendida por Vandekerckhove et al. (2015) sob a justificativa de que os pressupostos do princípio da parcimônia sejam implementados diante de modelos excessivamente complexos, por exemplo, o critério de *Akaike's Information Criterion* (AIC) analisa uma quantidade de dados com base na probabilidade dos dados sob o modelo e o número de parâmetros livres e *Bayesian Information Criterion* (BIC) que também analisa a generalização de um modelo com base na probabilidade e quantidade dos dados e no número de parâmetros livres. Esses critérios penalizam a verossimilhança no intuito de que um modelo mais parcimonioso seja selecionado.

No artigo de Gross (2022) é apresentado um modelo econômico minimalista com base em dois pressupostos: a existência de dívidas com juros e a rigidez nominal descendente de salários. Com base apenas nesses pressupostos o modelo conseguiu explicar a geração de ciclos econômicos endógenos e replicar vários fatos empíricos observados. Sob a égide da parcimônia, o autor argumentou que a simplicidade do modelo facilitou a compreensão das dinâmicas subjacentes dos ciclos econômicos e evitou complicações desnecessárias consideradas em modelos mais complexos. Além disso, a abordagem parcimoniosa permitiu identificar de forma mais clara os fatores essenciais que influenciam os ciclos, tornando as implicações políticas mais eficazes e diretas. Em síntese, o modelo demonstrou que é possível capturar a essência dos ciclos econômicos sem sacrificar a precisão ou a aplicabilidade prática, o que reforça a simplicidade teórica em prol de uma análise mais clara e útil.

Remete-se, aqui, a Ma et al. (2022), cuja pesquisa discutiu a importância dos princípios da parcimônia e auto-consistência no desenvolvimento de sistemas inteligentes. Para os autores, o princípio da parcimônia pode ser aplicado na modelagem de dados visuais, comprimindo dados de alta dimensão em representações lineares de baixa dimensão. Da mesma forma, a auto-consistência demonstrou que os modelos podem regenerar dados observados sem discrepâncias internas significativas, promovendo um sistema de aprendizagem autônoma e adaptável. A combinação desses princípios é defendida como um caminho para superar limitações atuais em redes neurais profundas, proporcionando um quadro computacional eficiente e unificado para a emergência da inteligência. A inteligência mencionada envolve a capacidade de um sistema em aprender modelos que refletem experiências passadas e o ambiente atual de maneira compacta e estruturada, o que é essencial para a inteligência artificial e natural.

No campo da ciência de dados, o princípio da parcimônia é frequentemente influenciador na seleção de modelos, especialmente para evitar o *overfitting*, cujo objetivo é descrever o erro de modelagem causado pelo modelo que captura o ruído em um conjunto de dados, em vez de apenas descrever o padrão geral observado nos dados. Um modelo superajustado não generalizará bem para dados invisíveis porque absorveu muita complexidade no treinamento dos dados, portanto, falha ao destilá-los até seus padrões e relacionamentos fundamentais. Para combater o *overfitting*, os modelos são simplificados como parte do processo de treinamento, o que pode ser visto como poda em árvores de decisão. É importante notar que apesar da grande popularidade e aceitação do princípio da parcimônia, ele se baseia numa suposição. Há poucas evidências empíricas que demonstrem que o mundo é simples ou que explicações simples têm geralmente mais probabilidade de ser verdadeiras do que explicações complexas (Alteryx Community, 2019).

O que se depreende do princípio da parcimônia é que ele pode ser uma diretriz na modelagem de risco, tendo em vista que, se dois modelos modelam um conjunto de dados, aquele com menos *inputs* e poder preditivo semelhante ao que tem mais *inputs* é o mais adequado, embora a escolha entre complexidade e simplicidade dependa da situação (Ballestra et al., 2020; Konold & Sanders, 2024). Assim, modelos mais complexos devem ser utilizados e validados, desde que apresentem melhor acurácia do que os modelos mais simples (Tie & Mark, 2020; Seasholtz & Kowalski, 1993). Nessa lógica, Barnett e Einstein (2005) alegaram que o grande objetivo de toda ciência é cobrir o maior número de fatos empíricos por dedução lógica a partir do número possível de hipóteses ou axiomas. Com base na referida alegação, McFadden (2022) expressou que a navalha de Ockham, ou princípio da parcimônia, auxilia a encontrar o menor número possível de hipóteses ou axiomas.

De acordo com as explicações de McFadden (2022), Ockham nunca manifestou sua preferência pela parcimônia, mas expressou a ideia na frase “A pluralidade não deve ser posta sem necessidade, ou seja, é inútil fazer com mais aquilo que pode ser feito com menos”. Dentre as possíveis explicações para um fenômeno, a mais simples, com menos suposições e hipóteses, geralmente, é a mais adequada, assim, muitas vezes, não é necessário recorrer a explicações complexas, exceto se houver evidências robustas para tal (Damodaran, 2007; Jha & Cucculelli, 2021; McSharry, 2018; Vandekerckhove et al., 2015).

4 Considerações Finais

Este ensaio teve como objetivo explorar histórica e teoricamente modelos de risco de crédito à luz do que é defendido pelo Princípio da Parcimônia. O que se depreende desse princípio é que a essência de qualquer explicação para um fenômeno não deve ser multiplicada sem necessidade, pois inutilmente se faz mais o que se pode fazer com menos. Ser parcimonioso é não tomar a complexidade sem necessidade e, muito menos, teorizar de forma inútil, para tanto, deve-se pautar no conhecimento, razão e experiência e com base nessas habilidades, julgar se algo é necessário ou não. Isso posto, o ensaio abordou a relevância de modelos simples e complexos, destacando que a escolha entre ambos depende da situação específica e das condições necessárias para que os dados sejam implementados em modelos.

A análise evidenciada no ensaio mostrou que, embora haja avanços tecnológicos em técnicas complexas, como *Machine Learning*, o uso de modelos parcimoniosos continua a ser uma abordagem válida e muitas vezes preferível, desde que a acurácia não seja comprometida. Nessa perspectiva, foi apresentado um panorama histórico do crédito e dos riscos. A análise teórica incluiu a necessidade de identificar, mensurar e monitorar riscos corporativos para evitar perdas econômicas significativas, cujas constatações foram fundamentadas por autores como Damodaran (2007, 2009, 2012, 2022, 2024), Bernstein (2018) e Altman (1968, 2005). É destacado, de forma crítica questões relacionadas à transparência e os conflitos de interesse que envolvem as agências de *ratings*.

O princípio da parcimônia surge em muitos estágios diferentes durante o processo de construção de um modelo. É relevante para a seleção das variáveis e modelos a maneira como os algoritmos são construídos e refinados. Em cada uma dessas etapas, o espírito da parcimônia é o mesmo: “simples é melhor”. Um modelo simples que se ajusta bem a um conjunto de dados provavelmente capturará os principais recursos desses dados, sem assimilar muito ruído. Isto é o que torna a parcimônia desejável no contexto da construção de modelos, todavia, há um risco real de reduzir a complexidade em detrimento da necessidade. Segundo Alteryx Community (2019), deve-se aplicar a navalha de Ockham apenas quando o poder preditivo entre dois modelos for similar, no mesmo sentido, as palavras atribuídas a Albert Einstein representa bem o contexto deste ensaio: “As coisas deveriam ser tão simples quanto possível, mas não mais simples”.

Faz-se necessário destacar que a necessidade de dados históricos nas análises de risco de crédito volta à tona o questionamento de que dados e resultados passados não garantem resultados futuros, pois a suposição de que padrões passados se repetem no futuro limitam a precisão de alguns modelos. É necessário pontuar que eventos imprevisíveis e mudanças estruturais significativas no mercado não são captados de forma fácil e tempestiva por modelos estatísticos tradicionais ou mesmo por técnicas mais avançadas de *Machine Learning*.

Em busca de maiores aprimoramentos para modelagens estatísticas e econômicas sob a égide do princípio da parcimônia, poder-se-ia explorar o uso de técnicas híbridas que combinem a parcimônia dos modelos tradicionais com a precisão dos algoritmos de *Machine Learning*, o que proporcionaria, talvez, equilíbrio entre parcimônia e complexidade. Outra promissora área de pesquisa se faz presente ao considerar o desenvolvimento de modelos dinâmicos que adaptam às mudanças no ambiente econômico e financeiro, os quais incorporam dados em tempo real para melhorar a predição dos modelos de risco de crédito, bem como a inclusão de fatores setoriais e contextos econômicos.

Outra sugestão de pesquisa é a inclusão de variáveis qualitativas, como governança corporativa e fatores *Environmental, Social, and Governance* (ESG) nos modelos de risco de crédito. Essas variáveis podem oferecer análises adicionais que não são capturadas por dados quantitativos tradicionais. Além disso, a transparência e a mitigação de conflitos de interesse nas agências de *ratings* devem ser abordadas, garantindo que as avaliações de risco sejam confiáveis e imparciais.

Por fim, e não menos importante, frise-se que continuar a investigar a eficácia do Princípio da Parcimônia em diferentes contextos e tipos de riscos, ajustando e refinando os modelos conforme surja necessidades. A simplicidade não deve ser buscada à custa da precisão e da predição, mas sim como um meio de alcançar soluções práticas e eficientes que possam ser facilmente implementadas e compreendidas pelos *stakeholders* envolvidos no processo de concessão de crédito.

Referências

- Alteryx Community. (2019). *Simple is Best: Occam's Razor in Data Science*. Alteryx Community. <https://community.alteryx.com/t5/Alteryx-Community/ct-p/alteryx>
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609. <https://doi.org/10.2307/2978933>
- Altman, E. I., Hartzell, J., & Peck, M. (1998). Emerging market corporate bonds - a scoring system. In *Emerging Market Capital Flows: Proceedings of a Conference held at the Stern School of Business, New York University on May 23 - 24, 1996* (pp. 391-400). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6197-2_25
- Altman, E. I. (2005). An emerging market credit scoring system for corporate bonds. *Emerging markets review*, 6(4), 311-323. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2005.09.007>
- Altman, E. I., Iwanicz-Drozdowska, M., Laitinen, E. K., & Suvas, A. (2017). Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-score model. *Journal of International Financial Management & Accounting*, 28(2), 131-171. <https://doi.org/10.1111/jifm.12053>
- Altman, E. I., Hotchkiss, E., & Wang, W. (2019). *Corporate financial distress, restructuring, and bankruptcy: analyze leveraged finance, distressed debt, and bankruptcy*. John Wiley & Sons.
- Assaf Neto, A. A. (2021). *Finanças Corporativas e Valor*. 8ª ed. Atlas.
- Bachmair, F. F. (2016). Contingent liabilities risk management: a credit risk analysis framework for sovereign guarantees and on-lending? Country experiences from Colombia, Indonesia, Sweden and Turkey. *Country Experiences from Colombia, Indonesia, Sweden, and Turkey (January 22, 2016)*. *World Bank Policy Research Working Paper*, (7538).
- Ballestra, L. V., Pacelli, G., & Radi, D. (2020). Modeling CDS spreads: A comparison of some hybrid approaches. *Journal of Empirical Finance*, 57, 107-124. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2020.03.001>
- Bank, J. H., & Davies, G. (2002). *History of Money: From Ancient Times to the Present Day*. University of Wales.
- Barboza, F. L. de M., Duarte, D. L., & Cunha, M. A. (2022). Anticipating corporate's distresses. *Exacta*. 20(2), 470-496. <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.17494>
- Barboza, F., Basso, L. F. C., & Kimura, H. (2023). New metrics and approaches for predicting bankruptcy. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 52(6), 2615-2632. <https://doi.org/10.1080/03610918.2021.1910837>
- Barnett, L., & Einstein, A. (2005). *The Universe and Dr. Einstein*. Courier Corporation.
- Beaver, W. H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of accounting research*, 71-111. <https://doi.org/10.2307/2490171>
- Beaver, W. H. (1968^a). Alternative accounting measures as predictors of failure. *The Accounting Review*, 43(1), 113-122. <https://www.jstor.org/stable/244122>
- Beaver, W. H. (1968^b). Market prices, financial ratios, and the prediction of failure. *Journal of accounting research*, 179-192. <https://doi.org/10.2307/2490233>
- Bernstein, P. L. (2018). *Desafio aos Deuses: a fascinante história do risco*. Gulf Professional Publishing.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. <https://www.jstor.org/stable/1831029>
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2018). *Princípios de Finanças Corporativas*. AMGH.
- Brito, G. A. S., & Assaf Neto, A. (2008). Modelo de classificação de risco de crédito de empresas. *Revista Contabilidade & Finanças-USP*, 19(46), 18-29. <https://doi.org/10.1590/S1519-70772008000100003>

- Caouette, J. B., Altman, E. I., Narayanan, P., & Nimmo, R. (2011). *Managing Credit Risk: The great challenge for global financial markets*. John Wiley & Sons.
- Chen, N., Ribeiro, B., & Chen, A. (2016). Financial credit risk assessment: a recent review. *Artificial Intelligence Review*, 45, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10462-015-9434-x>
- Cutcliffe, J. R., & Harder, H. G. (2009). The perpetual search for parsimony: Enhancing the epistemological and practical utility of qualitative research findings. *International journal of nursing studies*, 46(10), 1401-1410. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2009.05.005>
- Damodaran, A. (2007). *Avaliação de Empresas*. 2ª ed. Pearson Prentice Hall.
- Damodaran, A. (2009). *Gestão Estratégica do Risco – uma referência para a tomada de riscos empresariais*. Bookman Editora.
- Damodaran, A. (2012). *Investment Philosophies: Successful Strategies and the Investors Who Made Them Work*. Wiley Finance.
- Damodaran, A. (2022). *Catastrophic Risk: Investment and Business Implications*. Musing on Markets. <https://aswathdamodaran.blogspot.com/2022/02/>
- Damodaran, A. (2024). *Catastrophic Risk: Investment and Business Implications*. Musing on Markets. <https://aswathdamodaran.blogspot.com/>
- Delapedra-Silva, V. A. (2021). Risco de Falência em Setores de Infraestrutura: uma análise de 2006 a 2018. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 22(4), 1-30. <https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMF210104>
- Everson, S. (1988). Aristotle on the Foundations of the State. *Political Studies*, 36(1), 89-101. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1988.tb00218.x>
- Feller, W. (1971). *An introduction to probability theory and its applications*. (Vol. 1) Wiley.
- Finlay, S. (2005). *Consumer credit fundamentals*. Springer.
- Gauch, H. G. (2003). *Scientific method in practice*. Cambridge University Press.
- Gavlaková, P., Valaskova, K., & Dengov, V. (2014). Credit risk and its evaluation. In *2nd International Conference on Economics and Social Science (ICESS), Shenzhen, China, Advances in Education Research* (Vol. 61, pp. 104-108).
- Gelpi, R., & Julien-Labruyère, F. (2000). *The history of consumer credit: doctrines and practices*. Springer.
- Gross, M. (2022). Beautiful cycles: A theory and a model implying a curious role for interest. *Economic Modelling*, 106, 105678. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105678>
- Homer, S., & Sylla, R. E. (1996). *A history of interest Rates*. Rutgers University Press.
- Jha, P. N., & Cucculelli, M. (2021). A new model averaging approach in predicting credit risk default. *Risks*, 9(6), 114. <https://doi.org/10.3390/risks9060114>
- Joffe, M. D., & Partnoy, F. (2018). Making Credit Ratings Data Publicly Available. *San Diego Legal Studies Paper*, (18-320). <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3103974>
- Jorion, P. (2007). *Value at Risk: the new benchmark for managing financial risk*. McGraw-Hill.
- Knight, F. H. (1921). *Uncertainty and Profit*. New York: Hart, Schaffner and Marx.
- Konold, T. R., & Sanders, E. A. (2024). the Behavior of Fit Indices for Adjudicating Between Exploratory Structural Equation and Confirmatory Factor Analysis Models. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/15366367.2023.2264605>
- Lima, F. G., Paulino, C. T., & Fávero, L. P. L. (2024). ESG e Machine Learning: O Impacto na Previsão de Insolvência de Empresas Brasileiras. *Contabilometria - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting*, Monte Carmelo, v. 11, n. 1, p. 11(1).
- Lima, F., G. (2023). *Análise de Riscos*. 3ª ed. São Paulo. Gen-Atlas.
- Ma, Y., Tsao, D., & Shum, H. Y. (2022). On the principles of parsimony and self-consistency for the emergence of intelligence. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 23(9), 1298-1323. <https://doi.org/10.1631/FITEE.2200297>

- Marsh, H. W., & Balla, J. (1994). Goodness of fit in confirmatory factor analysis: The effects of sample size and model parsimony. *Quality and Quantity*, 28(2), 185-217.
- McFadden, J. (2022). *A Navalha de Ockham*; tradução: George Schlesinger. Sextante. Rio de Janeiro.
- McSharry, P. (2018). Parsimonious risk assessment and the role of transparent diverse models. In *Risk modeling for hazards and disasters* (p. 263-269). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804071-3.00012-4>
- Nocco, B. W., & Stulz, R. M. (2006). Enterprise risk management: Theory and practice. *Journal of Applied Corporate Finance*, 18 (4), 8 - 20. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2006.00106.x>
- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 109-131. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Pereira, J. P. (2016). *Gestão e Análise de Risco de Crédito*. 9ª ed. Cengage Learning.
- Seasholtz, M. B., & Kowalski, B. (1993). The parsimony principle applied to multivariate calibration. *Analytica Chimica Acta*, 277(2), 165-177. [https://doi.org/10.1016/0003-2670\(93\)80430-S](https://doi.org/10.1016/0003-2670(93)80430-S)
- Securato, J. R., & Famá, R. (1997). Um procedimento para a decisão de crédito pelos bancos. *Revista de Administração Contemporânea*, 1, 101-119. <https://doi.org/10.1590/S1415-65551997000100006>
- Sfeir, E. (2019). Os principais momentos da história do crédito. Associação Nacional dos Bureaus de Crédito. <https://anbc.org.br/os-principais-momentos-da-historia-do-credito/>
- Siegel, E. (2013). *Predictive analytics: The power to predict who will click, buy, lie, or die*. John Wiley & Sons.
- S&P Global Ratings. (2023). Entendendo os Ratings. S&P Global. <https://www.spglobal.com/ratings/pt/about/understanding-ratings>
- Smith, A. (2002). An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. *Readings in economic sociology*, 6-17.
- Tie, G. N., & Mark, B. (2020). Parsimony: A model risk paper. Professional Risk Managers' International Association. https://www.researchgate.net/publication/344418230_Parsimony_A_model_risk_paper
- Vandekerckhove, J., Matzke, D. & Wagenmakers, E. J. (2015). Model Comparison and the Principle of Parsimony. In Busemeyer, J. R., Wang, Z., Townsend, J. T., & Eidels, A. *The oxford handbook of computational and mathematical psychology*. Oxford University Press.
- Yamanari, C. Y., & e Souza, G. J. D. G. (2022). Determinantes do risco soberano pela ótica das agências de rating. *Brazilian Review of Finance*, 20 (3), 1-30. <https://doi.org/10.12660/rbfin.v20n3.2022.86117>