



ANTÔNIO EUSTÁQUIO DOS SANTOS

**PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA: UMA ABORDAGEM DO
MODELO DE COX**

**LAVRAS - MG
2024**

ANTÔNIO EUSTÁQUIO DOS SANTOS

PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA: UMA ABORDAGEM DO MODELO DE COX

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Estratégia de Negócios Globais e Finanças Corporativas, para a obtenção do título de mestre em Administração.

Prof. Dr. Gideon Carvalho de Benedicto
Orientador

**LAVRAS - MG
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Santos, Antônio Eustáquio.

Previsão de insolvência: uma abordagem do modelo de Cox /
Antônio Eustáquio Santos. - 2024.

106 p.

Orientador(a): Gideon Carvalho de Benedicto.

Coorientador(a): Francisval De Melo Carvalho, José Willer do
Prado.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Análise de sobrevivência. 2. Insolvência. 3. Modelo de
fatores de risco. I. Benedicto, Gideon Carvalho de. II. Carvalho,
Francisval De Melo. III. Prado, José Willer do. IV. Título.

ANTÔNIO EUSTÁQUIO DOS SANTOS

PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA: UMA ABORDAGEM DO MODELO DE COX

INSOLVENCY PREDICTION: A COX MODEL APPROACH

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Estratégia de Negócios Globais e Finanças Corporativas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 05 março de 2024.

Prof. Dr. André Luís Ribeiro Lima UFLA

Prof. Dr. Francisval de Melo Carvalho UFLA

Prof. Dr. José Willer do Prado UFLA

Prof. Dr. Mário Sérgio de Almeida UFSJ

Prof. Dr. Gideon Carvalho de Benedicto UFLA
Orientador

LAVRAS - MG
2024

Dedico à minha esposa Fabíola e aos meus filhos Victor & Sophia. Meu Pai Anibal (em memória) e minha Mãe Maria (em memória).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar na vida, ao grande mestre e Professor da vida Deus, pela saúde, paz e força que me concedeu o melhor dom que ele pode proporcionar, a vida, amo viver. Sempre ao meu lado juntamente com Nossa Senhora Aparecida; Santo Antônio me ofertando tranquilidade e serenidade no crescimento e amadurecimento dos conhecimentos. Agradeço minha esposa Fabíola e aos meus filhos Victor & Sophia. Agradeço ao meu orientador professor Gideon Carvalho de Benedicto, cuja orientação e incentivo foram fundamentais para a conclusão deste estudo. Sua dedicação à excelência acadêmica e seu comprometimento com o meu desenvolvimento acadêmico foram inspiradores.

Agradeço sinceramente professores Francisval de Melo Carvalho e José Willer do Prado por serem meus coorientadores neste percurso acadêmico. Esta conquista é, em grande parte, resultado de suas orientações e colaborações, os quais valorizo certamente. Agradeço aos professores André Luís Ribeiro Lima e Mário Sérgio de Almeida, por terem aceitado o convite para serem membros das bancas de qualificação e defesa, e por todas as considerações realizadas, para o desenvolvimento do estudo.

Agradeço aos servidores da UFLA, em particular aos professores do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA-UFLA). Suas aulas, orientações e comprometimento com a carreira acadêmica foram fundamentais para minha formação desta dissertação. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio. Finalmente agradeço aos colegas com os quais compartilhei vários momentos: Fernanda; Andressa; Alexandra; Táles; Juliana; Iolando; Bárbara; Samuel; Júlio.

Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais

Os administradores enfrentam frequentemente restrições de capital quando lidam com as necessidades diárias dos seus negócios. Isto é particularmente verdade quando as vendas são feitas a crédito e nem sempre os recursos estão disponíveis para os pagamentos necessários. A insolvência financeira pode ser dividida em dois temas principais. A primeira, conhecida como insolvência econômico-financeira, ocorre quando as receitas de uma organização não cobrem seus custos e despesas, e, portanto, a geração de caixa é insuficiente para cumprir seus compromissos. A segunda, conhecida como insolvência técnica, ocorre quando uma organização não consegue pagar suas dívidas nas datas acordadas, mesmo tendo ativos fixos superiores às suas dívidas. A insolvência técnica é um dos sinais mais eficazes de que a situação econômico-financeira é insustentável e, se não forem tomadas medidas imediatas e corretivas, a recuperação ou a falência serão inevitáveis. O estudo da aplicação do modelo Cox na área financeira não é tão extenso como em outras áreas. O modelo de Cox permite analisar a influência de diversas variáveis econômicas e financeiras ao longo do tempo até a ocorrência da insolvência. Do ponto de vista social, as empresas são entidades que geram benefícios (empregos, renda, salários, entre outros) para a sociedade e dessa forma a continuidade do seu funcionamento é um fator relevante na geração de riqueza coletiva. Do ponto de vista gerencial, a contribuição deste trabalho centra-se no fato de que a previsão de insolvência pode auxiliar as empresas no processo de gestão eficiente e eficaz em busca de resultados satisfatórios. A aplicação do modelo de Cox permite uma melhor compreensão dos fatores que afetam a sobrevivência dos eventos financeiros, como as insolvências das empresas, no padrão dos empréstimos, ou o tempo até à ocorrência de eventos importantes, na investigação financeira. Na tentativa de contribuir para a identificação dos fatores de risco, foram selecionadas empresas brasileiras listadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) provenientes da base de dados Economatica® no período de 2011 a 2020. Para definir a insolvência foram utilizados os critérios estabelecidos por nove modelos financeiros e utilizou-se para análise estatística o modelo de Cox para identificar os fatores de risco para a insolvência. Para estudos futuros, sugere-se considerar a implementação de uma abordagem estatística alternativa, que pode representar uma perspectiva na análise de dados financeiros.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo geral utilizar o modelo de regressão de *Cox*, a fim de identificar fatores de risco para insolvência de empresas brasileiras, listadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão). A previsão de fatores que influenciam a insolvência é de extrema importância para as empresas e, portanto, diferentes estudos têm sido realizados com a finalidade de identificar possíveis fatores de risco para insolvência. Na tentativa de contribuir para identificação desses fatores de risco, foram inicialmente selecionadas do banco de dados do Economatica® 523 empresas. As empresas foram selecionadas dentro do período compreendido entre os anos de 2011 a 2020. As empresas que saíram da B3 antes de janeiro de 2011 e as que não possuíam as informações de interesse foram excluídas. A matriz final é um corte transversal atemporal, ou seja, as empresas estão em tempos diferentes, mas para cada empresa tem dados de apenas um ano. As informações utilizadas foram coletadas apenas para um ano sendo registrado o tempo de acompanhamento e caracterizada a existência de insolvência ou não pelo uso dos modelos avaliados. A metodologia utilizada foi uma técnica de análise de sobrevivência denominada modelo Cox. O modelo de Cox foi melhor ajustado pelos modelos Altman e Kasznar, com covariáveis significativas a 5%. A maioria das covariáveis utilizadas não contribuiu significativamente para compreender a insolvência das empresas no modelo de Cox. Dentre as covariáveis que apresentaram significância estatística nos modelos ajustados, o patrimônio médio de estoques e o passivo com partes relacionadas ao curto prazo, permaneceram no ajuste do modelo final para vários indicadores de insolvência. Além das duas covariáveis citadas anteriormente, tem-se a alavancagem financeira, o quociente dívida líquida/dívida total, a liquidez geral e a venda por ações como outras covariáveis preditoras de insolvência ao se utilizar o modelo de Cox neste estudo.

Palavras-chave: análise de sobrevivência; insolvência; modelo de riscos proporcionais; fatores de risco.

ABSTRACT

The general aim of this study is to use the Cox regression model to identify risk factors for insolvency in Brazilian companies listed on B3 (Brasil, Bolsa, Balcão). Predicting factors that influence insolvency is extremely important for companies and, therefore, various studies have been carried out with the aim of identifying possible risk factors for insolvency. In an attempt to help identify these risk factors, 523 companies were initially selected from the Economatica® database. The companies were selected between 2011 and 2020. Companies that left B3 before January 2011 and those that did not have the information of interest were excluded. The final matrix is a timeless cross-section, i.e. the companies are at different times, but for each company there is data for only one year. The information used was only collected for one year, with the follow-up time recorded and the existence of insolvency or not characterized using the models evaluated. The methodology used was a survival analysis technique called the Cox model. The Cox model was best fitted by the Altman and Kasznar models, with covariates significant at 5%. Most of the covariates used did not contribute significantly to understanding company insolvency in the Cox model. Among the covariates that were statistically significant in the adjusted models, average stockholders' equity and short-term related party liabilities remained in the adjustment of the final model for several insolvency indicators. In addition to the two covariates mentioned above, financial leverage, the net debt/total debt ratio, general liquidity and share sales are other covariates that predict insolvency when using the Cox model in this study.

keywords: survival analysis; insolvency; proportional hazards model; risk factors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura teórica da dissertação.	21
Figura 2 - Termômetro de Kanitz	29
Figura 3 - Termômetro de Elizabetsky	30
Figura 4 - Termômetro de Matias	33
Figura 5 - Fluxograma do método <i>stepwise</i> (ALVES, LOTUFO, LOPES, 2013)	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das variáveis utilizadas no estudo de Altman	27
Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças (continua).....	42
Quadro 3 - Características das empresas selecionadas para compor a amostra (continua).....	58
Quadro 4 - Caracterização da amostra de acordo com a classificação das empresas usando os 9 índices estudados.....	61
Quadro 5 - Descrição das variáveis elaborado pelo autor (continua).....	62
Quadro 6 - Resumo das variáveis contábeis (continua).....	90
Quadro 7 - Variáveis estatisticamente significativas na análise univariada e repetidas para os diferentes modelos	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição das empresas de acordo com o setor Econômica.....	68
Tabela 2 - Distribuição das empresas de acordo com o setor da B3.....	68
Tabela 3 - Distribuição das empresas de acordo com o Subsetor da B3.....	69
Tabela 4 - Distribuição das empresas de acordo com o Segmento da B3.....	70
Tabela 5 - Situação das empresas na B3.....	71
Tabela 6 - Segmento da B3	72
Tabela 7 - Estatísticas descritivas para os indicadores econômico-financeiros	74
Tabela 8 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Altman (continua).....	75
Tabela 9 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Kanitz (continua). ...	77
Tabela 10 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Elizabetsky (continua).....	78
Tabela 11 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Matias (continua).....	80
Tabela 12 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Albadi (continua).....	82
Tabela 13 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Samin (continua).....	84
Tabela 14 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Silva (continua).	85
Tabela 15 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Kasznar (continua).....	87
Tabela 16 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Scarpel (continua).....	88
Tabela 17 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Altman	93
Tabela 18 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Albadi.....	93
Tabela 19 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Elizabetsky	94
Tabela 20 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Kasznar	94
Tabela 21 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Matias	95
Tabela 22 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Samin	95
Tabela 23 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Scarpel	95
Tabela 24 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Silva.....	96

LISTA DE ABREVIATURAS

AlaFin.	Alavancagem financeira
Albadi.	Altman, Baidya e Dias
AfPL.	Ativo fixo/patrimônio financeiro
AfxPL.	Ativo fixo/patrimônio líquido
AtvNaoCir.	Ativo Não Circulante
AtivoTot.	Ativo Total
B3.	Brasil, Bolsa, Balcão
CapGir.	Capital de giro
CapSoc.	Capital social
CtaRecCP.	Contas a receber de curto prazo
CtaRecLP.	Contas a receber de longo prazo
Desfin.	Despesas financeiras
DivBrAtivo.	Dívida bruta/ativo
DivBrPatr.	Dívida bruta/patrimônio
DivLPDivTt.	Dívida líquida/dívida total
DLPL.	Dívida líquida/patrimônio líquido
DivTtLq.	Dívida total líquida
Estoques.	Estoques
EstCapPL.	Estrutura de capital
ExgPas.	Exigível do passivo
ExgTt.	Exigível total
ExigPL.	Exigível/patrimônio líquido
ExgTtPag.	Exigível total/pago
FinCP.	Financiamento de curto prazo
FinLP.	Financiamento de longo prazo
Fornec.	Fornecedores
GiroA.	Giro do ativo
Imobil.	Imobilizado
InvPL.	Investimento/patrimônio líquido
Investm.	Investimentos
LiqCor.	Liquidez corrente

LiqGer.	Liquidez geral
EBIT.	Lucro antes dos juros e tributos
EBITDA.	Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização
LucroBrut.	Lucro bruto
LucroLiq.	Lucro líquido
LucOpe.	Lucro operacional
PasCir.	Passivo circulante
PasNoCir.	Passivo não circulante
PaPaRelCP.	Passivos com partes relacionadas ao curto prazo
PaPaRelLP.	Passivos com partes relacionadas ao longo prazo
PatrimLiq.	Patrimônio líquido
PMestoq.	Patrimônio médio de estoques
QtdAções.	Quantidade de ações
RecFin.	Receita financeira
RedDupl.	Rendimento de duplicatas
RenAt.	Rentabilidade do ativo
Samin.	Sanvicente e Minardi
VlrMercempresa.	Valor de mercado da empresa
VendasAcao.	Vendas por ação

LISTA DE SÍMBOLOS

$f(t)$	Função densidade de probabilidade
$F(t)$	Função acumulada de probabilidade
$S(t)$	Função de Sobrevivência
T	Tempo de sobrevivência
$x's$	Variáveis explicativas (indicadores financeiros)
β'	Parâmetros das variáveis explicativas
Δ	Delta maiúsculo
δ	Delta minúsculo
$\lambda(t)$	Função de risco ou função <i>hazard</i>
$\Lambda(t)$	Função de risco acumulada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Contextualização do tema.....	17
1.2	Problema de pesquisa.....	19
1.3	Objetivos geral.....	19
1.4	Objetivos específicos.....	19
1.5	Justificativas de pesquisa	19
1.6	Estrutura da dissertação.....	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Definição de insolvência.....	22
2.2	Modelos para previsão de insolvência	25
2.2.1	Modelo de Altman (1968).....	26
2.2.2	Modelo de Kanitz (1974).....	27
2.2.3	Modelo de Elizabetsky (1976).....	29
2.2.4	Modelo de Matias (1978).....	31
2.2.5	Modelo de Altman, Baidya e Dias (1979)	33
2.2.6	Modelo de Silva (1982).....	34
2.2.7	Modelo de Kasznar (1986)	35
2.2.8	Modelo de Sanvicente e Minardi (1998).....	37
2.2.9	Modelo de Scarpel (2000).....	38
2.2.10	Modelo de Cox para previsão de insolvência.....	39
2.2.11	Estudos antecedentes de aplicabilidade do modelo de Cox para previsão de insolvência	42
3	METODOLOGIA	47
3.1	Classificação da pesquisa	47
3.2	Dados de painel ou longitudinais	49
3.3	Análise de sobrevivência	49
3.4	Modelo de riscos proporcionais de Cox.....	53
3.5	Método <i>Stepwise</i> para seleção das variáveis preditoras.....	55
3.6	Descrição da amostra	58
3.7	Descrição das variáveis	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
4.1	Análise descritiva.....	67
4.2	Análise Univariada	75
4.3	Análise dos Modelos Finais.....	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97

REFERÊNCIAS99

1 INTRODUÇÃO

Este tópico tem por objetivo a introdução da temática do trabalho. Dessa forma, além da contextualização do tema, contempla a questão de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos, bem como a justificativa visando mostrar a relevância da pesquisa. Por fim, apresenta-se a estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização do tema

As organizações podem apresentar situações de insolvência momentâneas e que poderão ser revertidas mediante uma retomada dos ingressos de caixa. Contudo, poderão também apresentar situações nas quais não haverá condições de reversão. Alguns exemplos de ações que poderão não ter sucesso são: não convencimento de seus credores quanto a concordar com uma nova programação de pagamentos; excessivo custo das renegociações com financiadores; incompetência na condução de medidas saneadoras de deficiências das organizações.

Frequentemente, os administradores enfrentam restrições de capital ao lidar com as necessidades diárias de suas empresas. Especialmente quando as vendas são feitas a prazo e os recursos nem sempre estão disponíveis para os pagamentos necessários. Nesse contexto, é responsabilidade do administrador buscar novas fontes de financiamentos e avaliar as melhores opções de pagamento, além de garantir que a empresa tenha capacidade de pagar a dívida dentro do prazo acordado com o credor. Nessa perspectiva, os sinais de insolvência em uma empresa podem ser úteis para os credores, ajudando-os a reduzir o risco de crédito ao conceder um empréstimo. Portanto, é essencial que os administradores ajam de forma proativa, buscando soluções para garantir a continuidade das operações e evitar problemas financeiros. Ao considerar cuidadosamente as opções disponíveis e a capacidade da empresa de cumprir suas obrigações, é possível fortalecer a posição financeira e conquistar a confiança dos credores (BEZERRA; LAGIOIA; PEREIRA, 2019).

A insolvência financeira se divide em dois temas. A primeira, denominada insolvência econômico-financeira, ocorre quando as receitas das organizações não cobrem seus custos e despesas, e a geração de caixa é insuficiente para honrar seus compromissos. A segunda, conhecida por insolvência técnica, ocorre quando a

organização não é capaz de saldar suas dívidas nas datas combinadas, embora tenha ativos fixos superiores a suas dívidas. A insolvência técnica é um dos sinais mais efetivos de que a situação econômico-financeira apresenta sinais de insustentabilidade e, se não forem tomadas medidas imediatas e saneadoras as recuperações ou a falência serão inevitáveis (LEMES JÚNIOR; RIGO; CHEROBIM, 2010).

O modelo de riscos proporcionais de *Cox* pode ser aplicado na predição de insolvência de organizações apresentando algumas vantagens sobre modelos classificatórios tais como *logit*, *probit*, análise discriminante. Primeiro, esta metodologia é essencialmente não paramétrica, ou seja, o modelo de *Cox* não está sujeito às pressuposições probabilísticas. Em segundo lugar, e talvez de maior importância para os estudos em finanças e economia, o modelo de *Cox* fornece informações sobre o tempo esperado até a ocorrência do evento (insolvência) informação que não pode ser obtida pelo uso de modelos de classificação mais tradicionais. Assim, a maior utilidade do modelo de *Cox* em qualquer aplicação pode estar na descrição da relação entre o tempo de sobrevivência e outras variáveis explicativas (LANE; LOONEY; WANSLEY, 1986).

Devido à importância da insolvência das empresas para várias partes interessadas, tem havido pesquisas para identificar os fatores que podem prever a probabilidade de uma empresa se tornar insolvente. A busca por sinais de insolvência pode ser uma ferramenta útil para informar os gestores sobre as melhores decisões a serem tomadas e alertar os fornecedores de crédito sobre os riscos envolvidos ao conceder empréstimos a determinadas empresas. Alguns estudos como controle de finanças, visando evitar o processo de insolvência, determinar boas estratégias gerenciais para contornar os períodos econômicos difíceis, têm sido realizados nessa área, utilizando indicadores contábeis e técnicas estatísticas para prever a insolvência das empresas (BEZERRA; LAGIOIA; PEREIRA, 2019).

Os modelos podem auxiliar na caracterização de empresas insolventes, bem como quantificar o risco de insolvência. Para classificação das empresas como insolventes serão utilizados os fatores definidos pelos seguintes pesquisadores: Edward I. Altman (1968); Stephen Charles Kanitz (1974); Roberto Elizabetsky (1976); Alberto Borges Matias (1978); Altman, Baidya e Dias (1979); Silva (1982); Kasznar (1986); Sanvicente e Minardi (1998); Scarpel (2000).

Na tentativa de identificar fatores de risco para insolvência de empresas brasileiras, listadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), foi utilizada uma técnica de análise de sobrevivência cujo estimador não paramétrico para a função sobrevivência é resultante do modelo de *Cox*.

1.2 Problema de pesquisa

Com base em aspectos supracitados e variáveis financeiras que podem exercer impacto sobre a previsão de insolvência, este trabalho pretende responder a seguinte questão: como seria possível caracterizar a insolvência de empresas brasileiras, utilizando o modelo de *Cox*?

1.3 Objetivos geral

O trabalho tem como objetivo principal utilizar o modelo de regressão de *Cox*, a fim de identificar quais variáveis financeiras possibilitam a previsão de insolvência de empresas brasileiras, listadas na B3.

1.4 Objetivos específicos

Como forma de alcançar o objetivo geral, o presente estudo tem os seguintes objetivos específicos:

- Identificar o(s) indicador(es) econômico-financeiro(s) mais significativo(s) na determinação do risco de insolvência segundo o modelo de *Cox*;
- Identificar indicador (es) que apresentam risco na ocorrência de previsão de insolvência.

1.5 Justificativas de pesquisa

O presente estudo se justifica ao considerar a possibilidade de auxiliar as empresas brasileiras no conhecimento do risco das diferentes variáveis apuradas para tomada de decisão. Por outro lado, o trabalho discute a possibilidade da aplicação de mais de um tipo de modelo na determinação de fatores de previsão de insolvência. O estudo em relação a aplicação do modelo de *Cox* na área financeira pode não ser tão extensa quanto em outras áreas, como medicina. O modelo de *Cox* permite analisar a influência de várias variáveis econômicas e financeiras no tempo até o evento de insolvência.

Cabe destacar, que a avaliação de impactos de indicadores econômico-financeiros no tempo de vida de empresas é um fator relevante para a sustentabilidade e existência de qualquer organização. O estudo de um modelo para ajudar a identificar a possibilidade de insolvência, de acordo com a necessidade de uma organização, torna-se um papel de grande importância no processo de tomada de decisão empresarial.

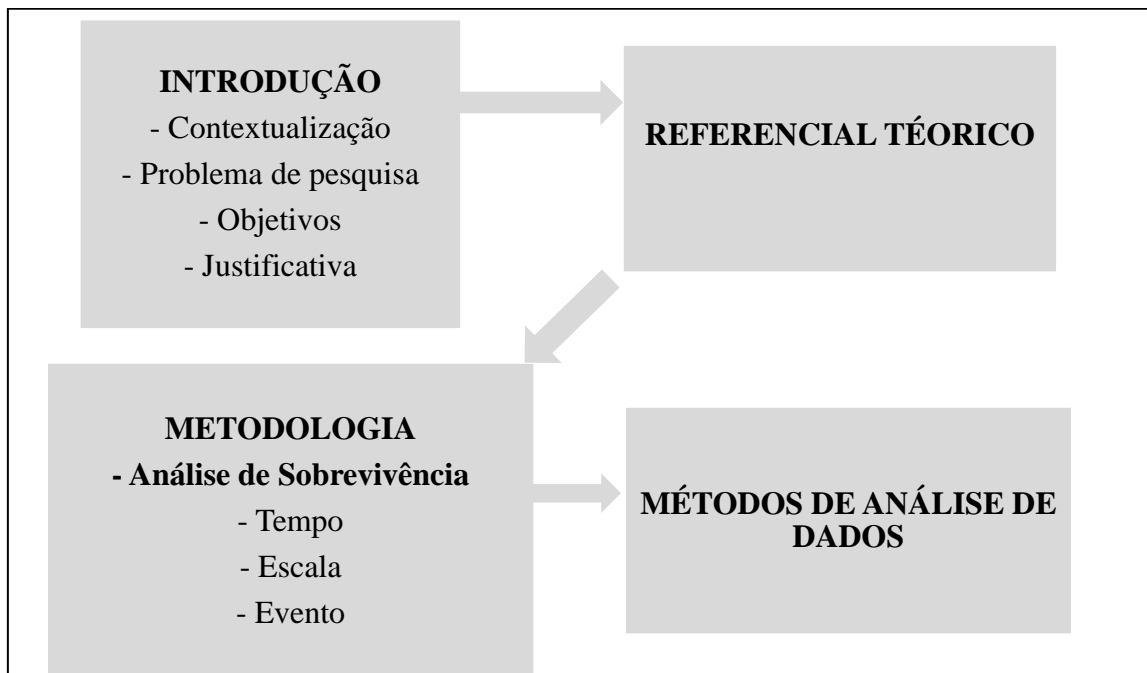
Dessa forma, entende-se que a natureza deste trabalho possa apresentar uma contribuição do ponto de vista social, gerencial e acadêmico. **Na perspectiva social**, as empresas são entidades geradoras de benefícios (empregos, rendas, salários, entre outros) para a sociedade. Neste sentido, a continuidade operacional de empresas constitui fatores relevantes na geração de riqueza coletiva. **No aspecto gerencial**, a contribuição deste trabalho centraliza-se que a previsão de insolvência pode ajudar as empresas no processo de gestão eficiente e eficaz na busca de resultados satisfatórios. Pode-se aplicar o modelo de Cox a um problema específico da área de atuação profissional, como por exemplo, a avaliação do risco de insolvência de clientes ou a previsão de insolvência das empresas. **Na relevância acadêmica** reside na existência de estudos que exploram indicadores de insolvência, aprofundar seus conhecimentos sobre o modelo de Cox ou desenvolver uma nova aplicação para o modelo, área financeira. Portanto, uma pesquisa desta natureza torna-se útil para vários agentes tais como: governo, órgãos públicos, empresas, gestores, instituições financeiras, bolsa de valores, políticas públicas, entre outros.

A aplicação do modelo de Cox permite uma compreensão maior dos fatores que afetam a sobrevivência de eventos financeiros, como insolvência de empresas, no padrão de empréstimos, ou tempo até a ocorrência de eventos importantes, na pesquisa financeira, a aplicação do modelo de Cox nos mercados financeiros desempenha um papel do conhecimento teórico.

1.6 Estrutura da dissertação

O presente estudo foi estruturado e elaborado em forma de capítulos. O capítulo 1 contempla a introdução com a contextualização do tema, problema de pesquisa, objetivo geral e específicos, justificativa, bem como a estrutura do trabalho. O capítulo 2 trata-se do referencial teórico. Já o capítulo 3 apresenta os procedimentos metodológicos que serão utilizados na elaboração desta dissertação. Por fim, apresenta-se as Considerações Finais e Referências. A seguir a Figura 1, mostra uma síntese da estrutura da dissertação.

Figura 1 - Estrutura teórica da dissertação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A dissertação aborda a seguinte estrutura: Introdução, que engloba a contextualização do tema, a formulação do problema de pesquisa, o objetivo geral da dissertação que tem como objetivo principal utilizar o modelo de regressão de *Cox*, a fim de identificar possíveis variáveis financeiras na previsão de insolvência de empresas brasileiras, listadas na B3, e sua justificativa. O referencial teórico é apresentado para embasar a pesquisa, seguido pela descrição da metodologia, que inclui a análise de sobrevivência, abordando conceitos como tempo, escala e evento. Além disso, são discutidos os métodos de análise de dados utilizados no estudo. Essa estrutura proporciona uma base para a pesquisa, promovendo uma compreensão abrangente do tema proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os pressupostos teóricos que norteiam este trabalho. Dessa forma, o Referencial Teórico aborda os seguintes subtópicos: (i) Definição de insolvência; (ii) Modelos para previsão de insolvência; (iii) O modelo de Cox para previsão de insolvência, (iv) Estudos antecedentes de aplicabilidade do modelo de Cox para previsão de insolvência.

2.1 Definição de insolvência

A insolvência (incapacidade de saldar seus compromissos) pode ocorrer devido a excesso de imobilizações ou de estoques, ao descompasso entre as contas a pagar e receber sem correspondente capital de giro, ou ainda, à utilização de fontes de financiamentos inadequadas, conforme enfatiza Vianna (2015).

Kanitz (1978, p. 2) destaca que “os primeiros sintomas de uma insolvência surgem muito antes que ela se concretize”. Para o autor existe possibilidade de prever a insolvência, entretanto se faz necessário a leitura correta dos indicadores das Demonstrações Financeiras (Balanço Patrimonial, Demonstração do Resultado do Exercício, entre outras).

Já nos estudos realizados por Pereira, Dominguez e Ocejo (2007), quanto aos objetivos aos quais se propõem os modelos de previsão de insolvência financeira, os autores apresentam uma distinção em quatro categorias. A primeira diz respeito aos trabalhos pioneiros de Beaver (1966) e Altman (1968), inclusive os estudos desenvolvidos por Blum (1974), Martin (1977) e Tan e Kiang (1992). Todos esses trabalhos tinham como objetivo geral verificar se os dados contábeis expressavam informação suficiente sobre a futura solvência empresarial. A segunda categoria está ligada aos trabalhos realizados por Wilcox (1971), Santomero; Vinso (1977), visavam o desenvolvimento teórico formal para explicar os resultados. A terceira categoria, representada pelos trabalhos de Lizarraga (1998) e Grice e Dugan (2001), tinham de pôr fim a comprovação da eficácia de determinados modelos num espaço e tempo definidos. Por fim, a quarta categoria, que compreende os trabalhos de Frydman *et al.* (1983), Gentry *et al.* (1985), Aly *et al.* (1992), Koh e Tan (1999) e Charitou *et al.* (2004) e tinham por objetivo-chave a comparação dos diversos modelos utilizados na previsão de fracasso empresarial para distinguir as opções mais precisas e aplicáveis.

A previsão de insolvência financeira é um tema relevante para diversos segmentos da área econômica, e envolve uma análise de fatores econômico-financeiros para determinar a possibilidade de uma empresa entrar em insolvência. De acordo com Pereira; Dominguesz; Ocejo, (2007):

O fracasso das empresas pode resultar de um conjunto de causas diversas e complexas, de natureza interna e externa, podendo ser imputado, por exemplo, a uma deficiente estrutura organizativa, à própria estratégia da empresa, tecnológicas ou à evolução da conjuntura econômica. (PEREIRA; DOMINGUESZ; OCEJO, 2007, p. 2).

As empresas estão sujeitas não somente a insolvência econômico-financeira. É notório a existência da insolvência técnica que ocorre quando a empresa não é capaz de saldar suas dívidas nas datas combinadas, embora tenha ativos fixos superiores a suas dívidas. A insolvência técnica é um dos sinais mais efetivos de que a situação econômico-financeira não está adequada e que se não forem tomadas medidas imediatas e saneadoras as recuperações ou a falência serão inevitáveis (LEMES JÚNIOR; RIGO CHEROBIM; 2010).

O fenômeno da insolvência é objeto de amplo estudo por parte de especialistas de várias áreas do conhecimento. Dentre as pesquisas que dedicaram atenção ao tema, destacam-se a administração e a contabilidade, com suporte da economia, além do direito.

Horta, Borges e Rodrigues (2014) ressaltam a relevância de compreender o fenômeno da insolvência empresarial, defendendo que a antecipação de desafios financeiros possibilita a adoção de ações para reverter a situação e mitigar os efeitos de custos elevados tanto no âmbito financeiro quanto social.

Para Altman (1968), a insolvência se verifica quando o valor justo dos ativos é menor do que o montante total dos passivos. Janot (2001), ao discutir a insolvência no contexto bancário, igualmente sustenta a conexão entre ativos e passivos, chegando à conclusão de que uma empresa é declarada insolvente quando apresenta patrimônio líquido negativo, ou seja, quando os passivos totais excedem os ativos totais.

Segundo Matias e Siqueira (1996), a insolvência é definida como a situação em que ocorre a liquidação ou intervenção do Banco Central em uma instituição financeira. De acordo com Muñoz (2001), a condição de solvência ou insolvência é influenciada tanto pelas condições econômicas vigentes como pelas medidas políticas adotadas.

Janot (1999), considera que uma instituição financeira é classificada como insolvente quando o valor de seu patrimônio líquido se torna negativo ou quando não consegue prosseguir com suas operações sem incorrer em perdas que a levariam a apresentar patrimônio líquido negativo. Altman (1968) assinala, ainda que a insolvência de uma organização é declarada quando os acionistas recebem uma rentabilidade por suas ações menor que a oferecida pelo mercado, que trabalha com ações similares. Sabadin (2006), ressalta que para as empresas sobreviverem num mercado altamente competitivo, há a necessidade de compreensão dos objetivos, das atividades e dos resultados da empresa. Castro Júnior (2003) constata que para mensurar as reais chances de uma empresa estar caminhando para uma atuação de dificuldades financeiras e com risco de inadimplência e/ou concordata/falências, os pesquisadores passaram a utilizar modelos estatísticos que proporcionassem uma avaliação com precisão.

Diante do exposto, a previsão de insolvência de empresas e a avaliação desse risco têm sido assuntos de interesse acadêmico e profissional ao longo de várias décadas: ALTMAN, 1968; OHLSON, 1980; SHUMWAY, 2001 e CAMPBELL *et al.*, 2008. No Brasil, os primeiros trabalhos sobre o tema foram desenvolvidos nos anos 70, destacam-se: Elizabetsky (1976), Matias (1976) e Kanitz (1978).

Para Kasznar (1986), insolvência representa qualidade ou situação de insolvente, de quem não pode pagar suas obrigações correntes, significando falta de liquidez. Sinônimo do termo inadimplemento, que representa descumprimento do contrato ou de qualquer de suas condições. Os fluxos líquidos de caixa negativos relacionados às dívidas de curto prazo, são primeiro critério que descreve insolvência técnica da empresa. Essa falta de liquidez pode ser momentânea. Na medida em que se repete com maior frequência, até tornar-se crônica, é a causa imediata da declaração de falência.

O recurso da análise de solvência é extremamente importante para as diversas partes interessadas em uma boa gestão empresarial, sendo que essas partes são gestores,

credores, trabalhadores e as respectivas organizações, investidores e clientes. (REZENDE; FARIAS; OLIVEIRA; 2013).

O termo insolvência é dado para empresas que não conseguem cumprir com suas obrigações de curto e longo prazo, levando a dificuldade e instabilidade financeira da empresa, ou seja, um problema grave enfrentado pela organização. Sendo assim, a mensuração da insolvência empresarial está representada em vários modelos preditivos, conforme Pereira e Martins (2016), baseados em modelos estatísticos.

2.2 Modelos para previsão de insolvência

A previsão de insolvência tem sido tema de diferentes estudos desde o início do século XX quando em 1932 Fitzpatrick utilizou métodos observacionais, classificando alguns indicadores de desempenho da empresa em relação a determinado padrão e comparando-os ao longo do tempo. Entretanto, somente algumas décadas mais tarde foi realizado o primeiro estudo fazendo usos de técnicas univariadas com a finalidade de prever a falência de empresas (BEAVER, 1966). Pouco depois Altman (1968) utilizou análise discriminante multivariada e dessa forma impulsionou outros estudos (ALTMAN, 1968; KANITZ, 1974; ELIZABETSKY, 1976; MATIAS, 1978; BAIDYA e DIAS, 1979; SILVA, 1982; KASZNAR, 1986; e SANVICENTE e MINALDI, 1998). Na década de 80 foram desenvolvidos modelos de regressão logística, a começar por Ohlson (1980) e ao final dos anos 90 começaram a ser estudados modelos baseados em redes neurais (ALMEIDA, 1993; BELL, RIBAR e VERCHIO, 1990; TAM e KIANG, 1992).

Eifert (2003) menciona que as pesquisas sobre modelos para antecipação de falências de companhias têm majoritariamente se apoiado no uso de informações do passado, em que são associados conjuntos de empresas que foram à falência ou entraram em concordata, com outras que se mantiveram solventes e saudáveis. Utilizando indicadores históricos das empresas e empregando uma abordagem de divisão na análise dos dados, é possível criar um modelo que melhor represente a combinação das variáveis utilizadas, permitindo prever precocemente a insolvência das entidades.

Pinto (2008) ressalta que a interpretação do passado das empresas por meio dos modelos de insolvência favorece e evidencia as tendências de futuro, sendo possível demonstrar as tendências de solvência ou insolvência das organizações. Os modelos de insolvência são importantes para gestores que precisam avaliar a saúde financeira de suas

empresas, é necessário tomar medidas eficazes para evitar maiores problemas. (SILVA; WIENHAGE; SOUZA; LYRA; BEZERRA, 2010).

2.2.1 Modelo de Altman (1968)

A análise univariada, utilizou métodos e técnicas estatísticas e destacou-se por introduzir a análise discriminante múltipla na análise e previsão de insolvência de empresas, consegue apenas considerar uma variável cada vez. Altman (1968), avaliou um conjunto de indicadores econômicos em um contexto de previsão de insolvência, no qual é empregada uma metodologia de análise discriminante multivariada que tem a vantagem, não só de considerar um perfil global de características comuns às organizações relevantes, mas também de considerar a interação entre elas. Em seu artigo: “*Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*”, apresenta um modelo estatístico para prever a insolvência de empresas com base em variáveis financeiras e é considerado uma contribuição importante para a análise de risco de crédito. Em seu modelo foram classificadas cinco principais categorias de índices: liquidez, rentabilidade, alavancagem, solvência e atividade financeira, tendo como critérios de escolha inicial a popularidade na literatura, relevância potencial para o estudo e a inserção de alguns índices. Foram analisadas 66 empresas, sendo 33 empresas classificadas como falidas e 33 classificadas como não falidas, no período de 1946 a 1965. O estudo de Altman teve por objetivo verificar a consistência dos índices.

Em síntese, o modelo de Altman (1968) é uma técnica útil para chegar ao perfil final da variável, visando determinar a contribuição relativa de cada variável para o poder discriminatório. Ou seja, é a interação entre eles. A estatística relevante é observada como um vetor em escala que é calculado multiplicando os elementos correspondentes. O modelo final definido por Altman (1968) não continha as variáveis mais significativas, entre as vinte e duas variáveis originais, medidas independentemente. A contribuição de todo o perfil é avaliada, e por se tratar de um processo iterativo, não há nenhuma exigência à otimização da função discriminante resultante. A função final, entretanto, trata-se da melhor escolha entre as alternativas computacionalmente executadas, sendo a sua função discriminante a seguir:

$$Z = 0,012X_1 + 0,014X_2 + 0,033X_3 + 0,006X_4 + 0,999X_5$$

As variáveis independentes são definidas pelos indicadores mostrados no Quadro

1.

Quadro 1 - Descrição das variáveis utilizadas no estudo de Altman

Variável	Índice	Significado
Z	Indicador	Pontuação que concede à empresa, financeiramente.
X₁	Capital de Giro/Ativo Total	Mede a liquidez da empresa em comparação à capitalização total. De forma geral, se uma empresa tem perdas operacionais recorrentes, seus ativos circulantes serão cada vez menores em relação a seus ativos totais, o que levaria a uma situação de falência.
X₂	Lucros Acumulados/Ativos Total	Rentabilidade – informa quanto dos lucros auferidos foram reinvestidos na empresa ao longo do tempo.
X₃	Lucros Antes de Juros e Impostos/Ativo Total	Determina a produtividade dos ativos da empresa.
X₄	Valor de Mercado do Patrimônio Líquido/Valor Contábil da Dívida	Mostra o valor dos ativos que uma empresa pode perder antes que o passivo exceda os ativos e se torne insolvente.
X₅	Vendas/Ativo Total	Demonstra a capacidade dos gestores da empresa em lidar com o ambiente competitivo. Esta medida, mesmo não sendo estatisticamente significativa no estudo, foi incluída dada sua estreita relação com os outros indicadores, esta variável inclusive será objeto de discussão nos modelos derivados do Altman Z-Score.

Fonte: Do autor (2023) adaptado de Altman (1968).

Interpretando a variável: o valor do Z-Score:

- Z-Score > 2,99: Empresa provavelmente não está em risco de insolvência;
- 1,8 < Z-Score < 2,99: A situação é incerta, e a empresa pode estar em um estado intermediário;
- Z-Score < 1,8: A probabilidade de insolvência é alta.

2.2.2 Modelo de Kanitz (1974)

Kanitz (1974) desenvolveu um modelo de análise para determinar previamente, a margem de segurança, o grau de insolvência das empresas. Criou o termômetro em indicadores de liquidez, de endividamento e de rentabilidade. O termômetro de insolvência é utilizado para prever a possibilidade de insolvência de empresas. Analisa se determinada empresa tem possibilidade ou não de insolvência, a curto prazo. Cinco

índices foram utilizados: rentabilidade do patrimônio (RP), liquidez geral (LG), liquidez seca (LS), liquidez corrente (LC) e grau de endividamento (GE). De acordo com Kanitz (1978) se, após a aplicação da fórmula, o resultado se situar abaixo de -3 , indica que a empresa se encontra numa situação que poderá levá-la a insolvência. Evidentemente, quanto menor este valor, mais próximo da insolvência estará a empresa.

Do mesmo modo, se a empresa se encontrar em relação ao termômetro com um valor acima de zero, não haverá razão para a administração se preocupar, principalmente à medida que melhora a posição da empresa no termômetro. Se ela se situar entre zero e -3 , Kanitz (1978), chama de penumbra, ou seja, uma posição que demanda certa cautela (estado de penumbra), serve como um alerta. Os indicadores citados, acima no texto retirados das demonstrações contábeis elaborou-se à técnica de regressão múltipla e análise discriminante. Por fim, se o resultado se situar acima de zero, a empresa não apresenta dificuldades financeiras. (KANITZ, 1978).

$$\text{Fator de Insolvência} = X_1 \cdot 0,05 + X_2 \cdot 1,65 + X_3 \cdot 3,55 + X_4 \cdot 1,06 - X_5 \cdot 0,33$$

Onde:

$$X_1 = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido}}$$

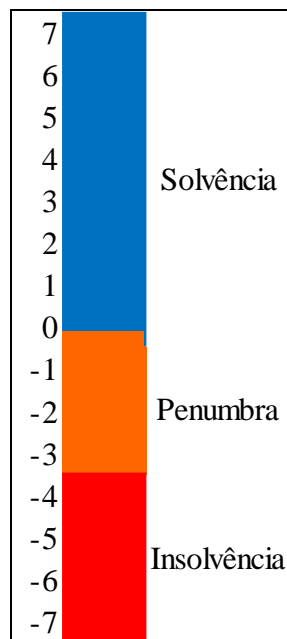
$$X_2 = \frac{\text{Ativo Circulante} + \text{Realizável a Longo Prazo}}{\text{Passivo Circulante} + \text{Passivo Não Circulante}}$$

$$X_3 = \frac{\text{Ativo Circulante} - \text{Estoques}}{\text{Passivo Circulante}}$$

$$X_4 = \frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$$

$$X_5 = \frac{\text{Passivo Circulante} + \text{Passivo Não Circulante}}{\text{Patrimônio Líquido}}$$

Figura 2 - Termômetro de Kanitz



Fonte: Kanitz (1978)

2.2.3 Modelo de Elizabetsky (1976)

Em 1976, Roberto Elizabetsky desenvolveu um modelo matemático para decisão de crédito, baseado na análise discriminante. Seu objetivo era padronizar o processo de decisão e concessão de crédito, devido à sua preocupação com a subjetividade na aprovação de crédito por parte das instituições financeiras. Para isso, Elizabetsky utilizou uma amostra de 373 empresas do ramo de confecções, sendo 99 classificadas como más e 274 como boas. A seguir a fórmula de Elizabetsky:

Z = total ou score de pontos obtidos

Onde:

$$X_1 = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Vendas}}$$

$$X_2 = \frac{\text{Disponível}}{\text{Ativo Fixo}}$$

$$X_3 = \frac{\textit{Contas a Receber}}{\textit{Ativo Total}}$$

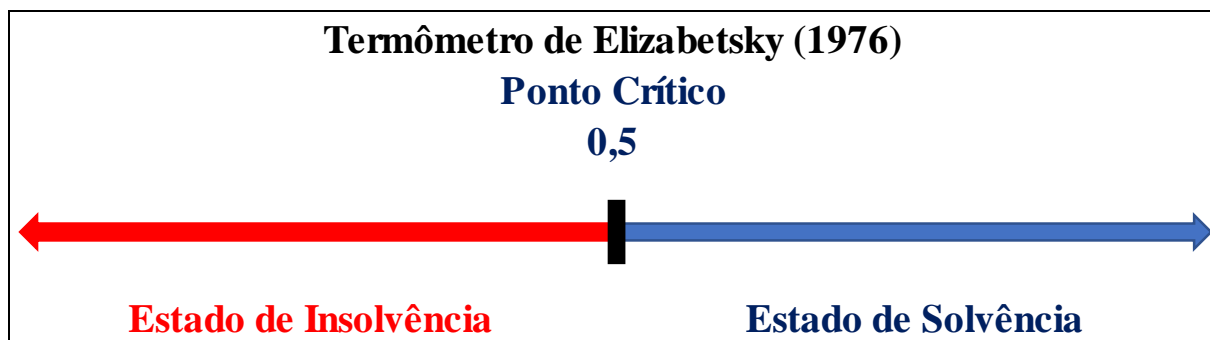
$$X_4 = \frac{\textit{Estoque}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_5 = \frac{\textit{Passivo Circulante}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$Z = 1,93X_1 - 0,20X_2 + 1,02X_3 + 1,33X_4 - 1,12X_5$$

Para determinar a solvência ou insolvência da empresa, Elizabetsky (1976) propôs uma classificação onde uma empresa com 'Z' inferior a 0,5 seria considerada insolvente, enquanto aquela com 'Z' superior a 0,5 seria considerada solvente. O modelo de Elizabetsky (1976) pode ser ilustrado como um termômetro, conforme representado na figura 3:

Figura 3 - Termômetro de Elizabetsky



Fonte: Elizabetsky (1976)

A classificação adotada corresponde a: (1) fator de insolvência superior a 0,5, a empresa está sem problemas financeiros – solvente; (2) fator de insolvência igual a 0,5, está em ponto crítico; e (3) fator de insolvência inferior a 0,5, está enfrentando problemas financeiros (insolvente).

2.2.4 Modelo de Matias (1978)

Matias (1978) afirma que é considerada insolvente toda a empresa que não consegue saldar seus compromissos. De nada adiantaria discorrer sobre a análise financeira tradicional se todas as empresas estivessem em idênticas situações: do bem ou do mal. O autor classifica as empresas:

- **Solventes:** aquelas que desfrutam do crédito amplo pelo sistema bancário, sem restrições ou objeções a financiamentos ou empréstimos. Tais empresas caracterizam-se por terem passado por rigorosa análise preliminar na qual observaram-se dados financeiros, idoneidade e antecedentes;
- **Insolventes:** aquelas que tiveram processo de concordata, requerida e/ou deferida, e/ou falência decretada.

Sendo assim, o autor justifica em seu estudo que os resultados obtidos por meio da aplicação deste modelo estão sujeitos à veracidade das demonstrações financeiras, e alerta que o modelo proposto não indica que a empresa será insolvente no ano de análise, e sim que ela tenderá a insolvência com o passar do ano se permanecer na situação atual (MATIAS, 1978).

O modelo criado pelo autor contém seis variáveis, que tem como base os elementos contidos no Balanço Patrimonial e na Demonstração do Resultado do Exercício (DRE). A seguir apresentam-se as variáveis:

$$X_1 = \frac{\textit{Patrimônio Líquido}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_2 = \frac{\textit{Financiamentos e Empréstimos Bancários}}{\textit{Ativo Circulante}}$$

$$X_3 = \frac{\textit{Fornecedores}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_4 = \frac{\textit{Ativo Circulante}}{\textit{Passivo Circulante}}$$

$$X_5 = \frac{\textit{Lucro Operacional}}{\textit{Lucro Buto}}$$

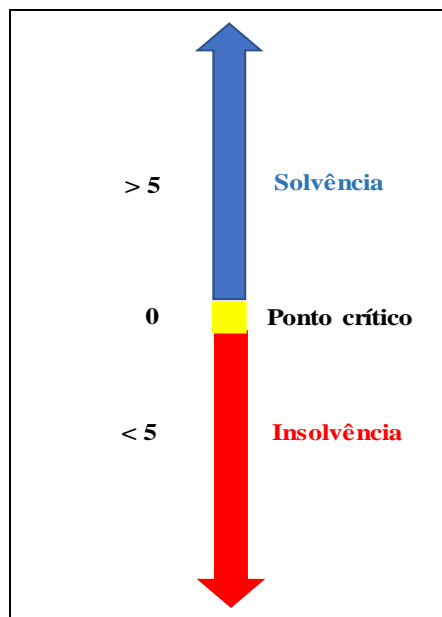
$$X_6 = \frac{\textit{Disponível}}{\textit{Ativo Total}}$$

A fórmula de Matias (1978) é apresentada a seguir:

$$Z = 23,792X_1 - 8,260X_2 - 8,868X_3 - 0,764X_4 + 0,535X_5 + 9,912X_6$$

Matias (1978) considera como ponto crítico o valor 5, ou seja, as empresas que possuírem índice maior do que 5 serão classificadas como solventes enquanto aquelas empresas com índice menor que 5 serão classificadas como insolventes. O autor ainda esclarece que o fato de o índice ser menor do que 5 não significa que a empresa será insolvente daqui a um ano, mas sim que ela tende a insolvência, em um ano, se persistirem suas condições atuais. A figura a seguir mostra o Termômetro de Matias (1978):

Figura 4 - Termômetro de Matias



Fonte: Matias (1978)

2.2.5 Modelo de Altman, Baidya e Dias (1979)

O modelo de Altman, Baidya e Dias (1979) é uma abordagem empregada para estimar o risco de crédito em empresas. Criado em 1979, trata-se de um modelo estrutural, o que significa que se fundamenta em uma estrutura teórica sólida, com base em indicadores financeiros como capital de giro, ativos totais e lucros retidos. Ao analisar esses parâmetros, o modelo pode antecipar a possibilidade de insolvência. É amplamente empregado no Brasil como uma ferramenta de previsão de insolvência, sua aplicação visa avaliar a capacidade das empresas de liquidar suas obrigações tanto a curto quanto a longo prazo. Ele considera a trajetória passada das empresas em cumprir seus compromissos atuais e examina a solvência nos primeiros trimestres do ano para determinar a probabilidade de insolvência.

O modelo de Altman, Baidya e Dias (1979), o ponto crítico é definido como 0. Dessa forma, valores abaixo do ponto crítico são tidos como insolventes. Os modelos de previsão de insolvência possuem as seguintes variáveis:

$$Z = -1,44 + 4,03.X_1 + 2,25.X_2 + 0,14.X_3 + 0,42.X_4$$

Onde:

$$X_1 = \frac{\textit{Patrim\~{o}nio L\~{i}quido} - \textit{Capital Social}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_2 = \frac{\textit{Lucros Antes de Juros e de Impostos}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_3 = \frac{\textit{Patrim\~{o}nio L\~{i}quido}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_4 = \frac{\textit{Vendas}}{\textit{Ativo Total}}$$

2.2.6 Modelo de Silva (1982)

Em alguns estudos sobre previs\~{a}o de problemas financeiros de empresas no Brasil, menciona-se o modelo de an\~{a}lise discriminante desenvolvido por Silva em 1982. Esse modelo usa indicadores cont\~{a}beis, como liquidez, rentabilidade e endividamento, para avaliar a situa\~{c}\~{a}o financeira de uma empresa e prever a possibilidade de ela enfrentar dificuldades financeiras no futuro. Por exemplo, em um estudo (SAUSEN SOARES *et al.* 2021), sobre a insolv\~{e}ncia da Avianca Brasil, em que o modelo de Silva (1982) classificou a empresa como insolvente em todos os per\~{i}odos analisados.

Trata da apresenta\~{c}\~{a}o de modelos para classifica\~{c}\~{a}o de empresas, quanto \~{a} condi\~{c}\~{a}o de solv\~{e}ncia, para fins de concess\~{a}o de cr\~{e}dito. Aborda aspectos conceituais e te\~{o}ricos necess\~{a}rios \~{a} caracteriza\~{c}\~{a}o da fun\~{c}\~{a}o credit\~{i}cia como uma fun\~{c}\~{a}o financeira e apresenta os modelos aplic\~{a}veis para empresas comerciais e industriais, sendo tais modelos suportados por confirma\~{c}\~{o}es emp\~{i}ricas, tem definido com ponto cr\~{i}tico 0.

Variáveis:

$$Z_1 = 0,722 - 5,124.X_1 + 11,016.X_2 - 0,342.X_3 - 0,048.X_4 + 8,605.X_5 - 0,004.X_6$$

Onde:

$$X_1 = \frac{\textit{Duplicatas Descontadas}}{\textit{Duplicatas a Receber}}$$

$$X_2 = \frac{\textit{Estoques}}{\textit{Custo dos Produtos Vendidos}}$$

$$X_3 = \frac{\textit{Fornecedores}}{\textit{Vendas}}$$

$$X_4 = \frac{\textit{Estoque Médio}}{\textit{Custo das Vendas}} \times 360$$

$$X_5 = \frac{\textit{Lucro Operacional} + \textit{Despesas Financeiras}}{\textit{Ativo Total Médio} - \textit{Investimentos Médios}}$$

$$X_6 = \frac{\textit{Passivo Circulante} + \textit{Exigível a Longo Prazo}}{\textit{Lucro Líquido} + 0,10 \times \textit{Imobilizado Médio}}$$

2.2.7 Modelo de Kasznar (1986)

Kasznar (1986) aborda questões importantes relacionadas à insolvência, falência e concordata de empresas, concentrando-se em modelos teóricos e experimental. O estudo

busca compreender as dinâmicas que levam as empresas a passarem por situações de insolvência e as possíveis soluções econômicas para lidar com tal cenário, devido à necessidade prática existente no mercado de crédito de se avaliar o grau de solvência e determinar o risco das empresas tomadoras de empréstimos que surgiu a análise baseada em indicadores contábeis. A aplicação dos modelos de regressão múltipla para base dos indicadores de previsão, foram levantados em dados em um conjunto de 124 empresas com 44% problemáticos e por meio de 72 funções discriminantes, como adequados aos trabalhos.

O modelo de Kasznar (1986) é considerado: solventes as empresas com $Z \geq 1,4$, e insolventes as empresas com $Z \leq -1,6$. Valores localizados entre -1,6 e +1,4 são imprecisos e inconclusivos.

Variáveis:

$$Z = 0,28 X_1 + 0,17 X_2 + 0,19 X_3 + 0,08 X_4 + 0,43 X_5$$

Onde:

$$X_1 = \frac{\textit{Capital de Giro}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_2 = \frac{\textit{Capital não Exigível Total Líquido}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_3 = \frac{\textit{Lucro Antes dos Impostos e Juros}}{\textit{Ativo Total}}$$

X_4

$$= \frac{\textit{Valor de Mercado da Participação Acionaria e das Ações Preferenciais}}{\textit{Passivo Total}}$$

$$X_5 = \frac{\textit{Vendas Líquidas}}{\textit{Ativos Totais}}$$

2.2.8 Modelo de Sanvicente e Minardi (1998)

Esse modelo foi criado por Sanvicente e Minardi em 1998 e é conhecido por sua habilidade em identificar empresas em risco de insolvência, com resultados consistentes ao longo do tempo. O modelo usa informações financeiras das empresas para identificar os sinais que podem indicar uma possível insolvência. Ao aplicarem o modelo em 82 empresas, sendo 38 concordatárias e 44 não concordatárias, dois anos antes da ocorrência da insolvência, Sanvicente e Minardi (1998) atingiram uma confiabilidade de 75,1% na aplicação do modelo (média de acertos). Aplicando o mesmo modelo um ano antes da ocorrência do evento, o grau de confiabilidade foi de 75,6%, média de acertos entre concordatárias e não concordatárias. Com dados referentes há três anos, os resultados obtidos foram estatisticamente insignificantes. Com isso, concluíram que o modelo perde seu poder preditivo à medida que o período analisado se afasta do evento da concordata.

Com o uso da análise discriminante, os autores Sanvicente e Minardi (1998) concluíram que os indicadores com maior capacidade preditiva foram os índices de liquidez, seguido pelos índices de lucros retidos, rentabilidade, endividamento e cobertura de juros, os quais aumentaram o poder de previsão do modelo.

O modelo de Sanvicente e Minardi (1998) tem o ponto crítico definido como 0. Dessa forma, valores abaixo do ponto crítico são tidos como insolventes. O modelo elaborado por Sanvicente e Minardi (1998) têm como variáveis:

$$Z = -0,042 + 2,909 X_1 - 0,875 X_2 + 3,636 X_3 + 0,172 X_4 + 0,029 X_5$$

Onde:

$$X_1 = \frac{\textit{Ativo Circulante} - \textit{Passivo Total}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_2 = \frac{\textit{Patrim\~{n}io L\~{i}quido} - \textit{Capital Social}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_3 = \frac{\textit{Lucro Operacional} - \textit{Despesas Financeiras} + \textit{Receitas Financeiras}}{\textit{Ativo Total}}$$

$$X_4 = \frac{\textit{Patrim\~{n}io L\~{i}quido}}{\textit{Exig\~{i}vel Total}}$$

$$X_5 = \frac{\textit{Lucros Antes de Juros e de Impostos}}{\textit{Despesas Financeiras}}$$

2.2.9 Modelo de Scarpel (2000)

Modelo econométrico do tipo Logit como o desenvolvido por Scarpel e Milioni (2002), concebido para atuar em previsão de insolvência de empresas, em conjunto com o modelo de programação linear inteira desenvolvido por Gehrlein e Wagner (1997). O objetivo é o de dar suporte a decisões de concessão de crédito em função da estimativa da probabilidade de solvência de empresas, de forma a minimizar a soma dos custos de oportunidade e inadimplência. Mostra que a utilização conjunta desses modelos possibilita a eliminação das limitações encontradas quando eles são utilizados isoladamente no auxílio às decisões de concessão de crédito.

Scarpel (2000) ressalta que o ponto crítico é definido como 0,5. Valores acima desse ponto correspondem à solvência e vice-versa, valores abaixo representam a insolvência.

Sendo:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(0,190 + 3,312GAI + 3,687EGi + 10,997ROAAJIRi)}}$$

Pi = Total de pontos obtidos

GA = Giro total do ativo

EG = Índice de endividamento geral

ROA AJIR = Retorno sobre o ativo antes de juros e imposto de renda

2.2.10 Modelo de Cox para previsão de insolvência

O Modelo de Cox (1972), também conhecido como modelo de riscos proporcionais de Cox, representa uma abordagem estatística avançada para previsão de insolvência. O modelo é uma extensão significativa da análise de sobrevivência, oferecendo uma estrutura robusta para entender a relação entre variáveis explicativas e o tempo até a ocorrência de um evento, ao incorporar variáveis financeiras, econômicas e de mercado, o modelo de Cox permite uma avaliação mais abrangente dos riscos associados à insolvência. A flexibilidade do modelo em lidar com dados censurados e a capacidade de ajustar-se dinamicamente às mudanças nas condições do mercado fazem dele uma ferramenta valiosa para instituições financeiras.

A análise de sobrevivência tem sido aplicada com êxito na área da medicina há algumas décadas. Especificamente em finanças, ainda são poucos os estudos (PESSANHA, 2016).

No modelo de análise de sobrevivência Cox (1972) pesquisou o intervalo de tempo decorrido até que um determinado evento, como uma falha mecânica ou morte de um paciente ou insolvência de uma empresa, ocorra. A taxa na qual a falha acontece ou o paciente morre ou a empresa se torna insolvente é conhecida como função de risco. Além disso, Cox (1972), propôs uma função de risco que foi separada em partes dependentes e independentes do tempo.

De acordo com Colosimo e Giolo (2006) o modelo de regressão de Cox, permite a análise de dados provenientes de estudos de tempo de vida em que a resposta é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse, ajustado por covariáveis. No caso especial em que a única covariável é um indicador de grupos, o modelo de Cox assume a sua forma mais simples.

Colosimo e Giolo (2006), assinalam, ainda, que o termo de sobrevivência se refere basicamente a situações envolvendo dados censurados. Entretanto, condições

similares ocorrem em outras áreas em que se usam as mesmas técnicas de análise de dados.

Segundo Lee (1992), são exemplos de dados de sobrevivência nas seguintes áreas:

- **Engenharia de Confiabilidade** - o tempo de vida de dispositivos de componentes ou de sistemas eletrônicos, elétricos, mecânicos, identificação de fatores de risco que afetam a confiabilidade dos sistemas, eletrônicos;
- **Criminologia:** o tempo de um réu em liberdade condicional;
- **Sociologia:** a duração do primeiro casamento, analisar os fatores de risco associados à reincidência de atos (assaltos) entre jovens infratores;
- **Marketing:** a duração da assinatura; em um jornal/revista;
- **Segurança:** o tempo para indenização de operários;
- **Economia:** a duração de uma greve ou de períodos de desemprego;
- **Mudanças de empregos:** permite que as empresas desenvolvam estudos para retenção de funcionários para diminuir a alta rotatividade de pessoas; e
- **Finanças:** permite que os investidores analisem os fatores de risco que podem influenciar em um evento negativo (aplicação).

Ressalta-se que as técnicas estatísticas são de ampla utilização em outras áreas de conhecimento, como mencionado anteriormente.

O referencial teórico abrange uma série de modelos e conceitos relacionados à insolvência empresarial. Abaixo, apresenta-se um resumo dos modelos mencionados: Definição de Insolvência: Insolvência refere-se à situação em que uma empresa não é capaz de cumprir suas obrigações financeiras, ou seja, não consegue pagar suas dívidas. Modelos para Previsão de Insolvência: Modelo de Kanitz (1974), esse modelo propõe uma abordagem para identificar sinais precoces de insolvência, baseando-se em indicadores financeiros específicos. Modelo de Elizabetsky (1976), busca prever a insolvência por meio da análise de diferentes aspectos financeiros e operacionais das empresas. Modelo de Matias (1978), propõe uma metodologia para avaliar a

probabilidade de insolvência, incorporando variáveis financeiras e econômicas relevantes. Modelo de Altman, Baidya e Dias (1979), contribuíram com um modelo que utiliza uma combinação de indicadores financeiros para prever a insolvência.

O Modelo de Altman (1968), antes da colaboração mencionada, Altman já havia desenvolvido um modelo em 1968 conhecido como o "Z-Score", que se tornou um dos mais conhecidos e utilizados para prever insolvência. Modelo de Silva (1982), apresentou um modelo próprio para análise de insolvência, incorporando fatores financeiros e de desempenho operacional. Modelo de Kasznar (1986), propôs um modelo específico que enfatiza a importância da análise de fluxo de caixa na previsão de insolvência. Modelo de Sanvicente e Minardi (1998), incorpora a análise do ciclo de vida da empresa e fatores específicos do setor para prever a insolvência. Modelo de Scarpel (2000), contribuiu com um modelo que considera a dinâmica do mercado e fatores macroeconômicos na previsão de insolvência. Modelo de Cox (1972), é conhecido por sua aplicação na análise de sobrevivência e riscos, sendo adaptado para prever a insolvência em contextos empresariais.

Esses modelos representam uma evolução ao longo do tempo na compreensão e na abordagem da previsão de insolvência, destacando a importância de indicadores financeiros, operacionais e macroeconômicos na avaliação da saúde financeira das empresas.

2.2.11 Estudos antecedentes de aplicabilidade do modelo de Cox para previsão de insolvência

Os estudos antecedentes de aplicabilidade do modelo de Cox na área financeira com insolvência, conforme detalhado no Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças, oferece um entendimento esclarecedor sobre a relevância desse modelo específico. Esses estudos sugerem que o modelo de Cox, é uma ferramenta útil para estimar a probabilidade de insolvência de empresas. O modelo pode ser utilizado por investidores para ajudar na tomada de decisões afim de evitar a insolvência.

Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças (continua).

Autor/Ano	Objetivo	Aplicação	Síntese dos resultados
Park e Yoon (2022).	Os pesquisadores usaram dados de 468 empresas estrangeiras no setor manufatureiro que estabeleceram fábricas na Coreia entre 2008 e 2011. Eles analisaram a probabilidade de desinvestimento das subsidiárias estrangeiras usando um modelo estatístico chamado modelo de riscos proporcionais de Cox.	Este estudo explora como a influência do maior acionista, a forma como as empresas estrangeiras entram no mercado sul-coreano por meio de investimento direto e as políticas governamentais de índice de desenvolvimento econômico afetam os desinvestimentos de subsidiárias.	Os resultados indicam que as chances de desinvestimento das subsidiárias estrangeiras aumentam quando o maior acionista da empresa tinha maior influência. Além disso a entrada no mercado sul-coreano por meio de fusões e aquisições foi mais propensa a levar à venda das subsidiárias estrangeiras do que a entrada greenfield. Isso sugere que as políticas governamentais de índice de desenvolvimento econômico podem influenciar com esses processos ocorrem.
Yuri Zelenkov (2020).	Foi comparado alguns modelos estatísticos e de aprendizagem automática de última geração utilizando um conjunto de dados reais, financeiros.	Permite estimar a probabilidade a posteriori de uma determinada empresa estar insolvente ou falir, dadas as suas características financeiras.	Os resultados confirmaram que a análise de sobrevivência permite (1) extrair de determinados dados informações valiosas sobre a dinâmica dos riscos e (2) estimar o impacto das características.

Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças (continua)

Autor/Ano	Objetivo	Aplicação	Síntese dos resultados
Ledwon e Jäger (2020).	O objetivo é preencher esta lacuna de investigação e fornecer novas evidências sobre a previsão de insolvência para empresas cotadas na Alemanha.	Aplicou modelos de regressão de riscos proporcionais de Cox para explorar a importância dos riscos contábeis e financeiros, bem como os efeitos do setor, como indicadores de incumprimento para as empresas não financeiras cotadas na Alemanha.	Todos os modelos bem conhecidos são predominantemente desenvolvidos e testados em dados dos EUA utilizando a regressão logit.
Cox, Kimmel e Wang (2017).	O objetivo de estudo utilizar o modelo de riscos proporcionais de Cox, examinando as características operacionais e financeiras dos bancos, bem como as condições econômicas e de mercado, de bancos nos EUA.	Os efeitos consistentes indicam que os bancos norte-americanos tinham mais probabilidades de sobreviver quando possuíam um capital mais elevado, empréstimos em relação aos ativos, títulos de dívida de curto prazo e credibilidade dos ativos.	Os resultados desta investigação ajudaram os bancos, os bancos centrais, os governos e as entidades reguladoras a prever quais os bancos que se encontram em dificuldades financeiras e a compreender por quê. Poderá então tomar medidas eficazes para reforçar a solidez financeira dos bancos afetados, bem como do sistema financeiro.
Abbasian e Nemer (2017).	Este artigo introduziu algumas teorias e métodos de modelagem na análise de sobrevivência e aplicou o Modelo de Riscos Proporcionais de Cox para analisar os tempos de sobrevivência dos estoques. A Bolsa de Valores de Teerã caiu em recessão em dezembro de 2013, uma vez que praticamente persistiu até o final de 2015.	No estudo, o Lunde e Timmermann (2004) é aplicada para identificar a situação das diferentes indústrias durante o período de novembro de 2008 a fevereiro de 2016 e a regressão de Cox é usada para examinar o impacto do tipo de indústria e as principais variáveis macroeconômicas que afetam o Bears Market.	No entanto, existem diferenças significativas nos vários setores em termos de início e fim da recessão. Pela avaliação dos mercados de alta e baixa nas principais indústrias da Bolsa de Valores de Teerã, os contextos de recessão podem ser identificados e indicados.

Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças (continua)

Autor/Ano	Objetivo	Aplicação	Síntese dos resultados
Ming-Chang Lee (2014).	Utilizou-se a análise de sobrevivência para encontrar os principais indicadores que podem explicar a falência de empresas em Taiwan.	Este artigo utiliza o modelo de risco proporcional de Cox para avaliar a utilidade dos riscos financeiros tradicionais e das variáveis de mercado como preditores da probabilidade de falência/insolvência de uma empresa em um determinado momento.	Os resultados da análise indicam que cinco covariáveis parecem contribuir significativamente para o modelo. O valor p das estimativas dos parâmetros para os coeficientes de regressão são altamente significativos para ROE, ROA, DER, FAT e PBV. Os sinais do coeficiente das covariáveis ROE, ROA, DER são negativos indicando que um aumento em qualquer uma das covariáveis diminui o risco de entrar em uma situação financeira difícil.
José Pereira (2014).	Propõe um modelo de previsão de insolvência/falência de empresas baseado na análise de sobrevivência, uma técnica que se destaca pelos seus próprios méritos.	Foi utilizado como variável dependente o tempo de sobrevivência ou o risco como variável dependente, considerando as empresas falhadas como observações censuradas.	Com base nos resultados obtidos na amostra utilizada, parece que este método oferece boas perspectivas quando utilizado para o desenvolvimento de modelos de previsão no domínio da investigação sobre insolvências e falências.
Targa (2011).	O objetivo do trabalho foi construir um modelo preditivo, baseado na técnica estatística da análise de sobrevivência.	Permite ao administrador do <i>shopping center</i> identificar a partir de qual percentual de custo total de ocupação em relação às vendas, índice este conhecido no setor por <i>Key Performance Cost</i> (KPC), se caracteriza a existência do risco de continuidade do lojista no <i>shopping</i> .	Concluiu que os resultados obtidos revelam que o modelo se mostrou adequado para indicar, com antecedência, potenciais situações de inadimplência do lojista junto ao shopping.

Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças (continua)

Autor/Ano	Objetivo	Aplicação	Síntese dos resultados
Alves, Kalatzis e Matias (2009).	Relacionada com a insolvência dos bancos brasileiros. Neste caso, os autores utilizaram a análise de sobrevida para selecionar, em uma amostra de 66 bancos brasileiros, os principais indicadores financeiros característicos do fenômeno da insolvência.	Os modelos de previsão de insolvência bancária são capazes de identificar a condição financeira de um banco devido ao valor correspondente da sua probabilidade de insolvência. Utilizando a técnica de análise de sobrevivência.	O resultado deste trabalho permitiu a realização de importantes constatações para explicar a fenômeno da insolvência de bancos privados no Brasil.
Baba e Goko (2006).	Relacionada com a sobrevida dos fundos de investimento alavancados (<i>hedge funds</i>), que são fundos de investimento de risco que, além dos recursos de seus cotistas, utilizam também empréstimos de terceiros para aplicar no mercado de capitais.	Neste trabalho, os autores utilizaram a técnica para estimar o tempo de sobrevida desses fundos.	Concluíram que fundos com taxas de retorno mais elevadas e fundos com menor volatilidade na taxa de retorno têm maior probabilidade de sobrevida.
Laitinen (2005).	O objetivo deste estudo foi estimar um modelo de análise de sobrevivência para uma grande base de dados finlandesa e avaliar a sua exatidão de classificação.	Utiliza a análise de sobrevivência para modelar a duração do tempo que precede o incumprimento do pagamento inicial de uma empresa. O conjunto de dados consiste em informações financeiras das empresas obtidas de uma grande empresa de informações de crédito na Finlândia.	Os resultados mostram que o modelo de riscos proporcionais de Cox, fornece previsões mais exatas nos anos anteriores aos anos anteriores ao incumprimento do pagamento inicial de uma empresa.

Quadro 2 - Análise de Sobrevivência aplicada a finanças (conclusão)

Autor/Ano	Objetivo	Aplicação	Síntese dos resultados
Jain e Martin Junior (2005).	O objetivo procura aumentar a compreensão do papel e do valor acrescentado fornecido pelos auditores no mercado da oferta pública inicial, centrando-se na relação entre a qualidade da auditoria e a sobrevivência após a oferta pública inicial.	A estimativa do modelo Cox indica que a qualidade da auditoria está significativamente relacionada com o tempo de sobrevivência, tanto isoladamente como na presença de covariáveis que potencialmente influenciam a sobrevivência da oferta pública inicial.	Com base nos resultados obtidos, concluíram que a qualidade da empresa de auditoria está relacionada, de forma significativa, com o tempo de sobrevivência após a oferta pública inicial.

Fonte: Adaptado de Pessanha. (2016), com atualizações do autor.

O tema insolvência, apresenta diversas definições e modelos de previsão ao longo do tempo. Inclui modelos como o de Altman (1968), Kanitz (1974), Elizabetsky (1976), Matias (1978), Altman, Baidya e Dias (1979), Silva (1982), Kasznar (1986), Sanvicente e Minardi (1998), e Scarpel (2000). Além disso, destaca estudos antecedentes sobre a aplicabilidade do modelo de Cox, que os modelos de previsão de insolvência estudados, demonstrando diferentes desempenhos.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo tem como finalidade apresentar a classificação da pesquisa, bem como os procedimentos metodológicos, visando alcançar os objetivos deste estudo.

3.1 Classificação da pesquisa

Gil (2002, p. 17), define pesquisa como “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Nesse contexto, o estudo de Prado (2019), apresenta a classificação da pesquisa da seguinte forma: (i) quanto à abordagem; (ii) quanto à temporalidade; (iii) quanto à natureza dos objetivos metodológicos; (iv) quanto ao método; (v) quanto ao tipo de amostragem; (vi) quanto às técnicas de coleta de dados; e (vii) quanto às técnicas de análise de dados.

Na maioria das pesquisas há necessidade de que os dados sejam filtrados, organizados e tabulados, para depois serem submetidos a técnicas e/ou testes estatísticos, visando a análise e interpretação dos resultados. Sendo assim, a forma de abordagem desta pesquisa pode ser considerada como quantitativa. De acordo com Martins e Theófilo (2016) na abordagem quantitativa os dados coletados possibilitam que as evidências sejam mensuradas.

Quanto à temporalidade a pesquisa é caracterizada como transversal atemporal nem todas as empresas analisadas estão no mesmo ano, pois todas as empresas estudadas estão presentes na série temporal. Para este trabalho foi utilizada uma amostra de 80 empresas selecionadas de acordo com a delimitação do período compreendendo os exercícios financeiros de 2011 a 2020. Essa escolha foi importante para garantir a consistência e comparabilidade dos dados, permitindo uma análise mais precisa das mudanças e tendências das variáveis ao longo dos anos.

Na perspectiva dos objetivos metodológicos a pesquisa assume a natureza explicativa e descritiva, partindo do pressuposto de que se pretende analisar a previsão de insolvência de empresas brasileiras. Lakatos e Marconi (2010) afirmam que a pesquisa explicativa registra fatos, efetua sua análise, faz sua interpretação, bem como identifica suas causas para gerar possíveis hipóteses ou ideias de dedução lógica. Matias (2019) corrobora ao dizer que a pesquisa é explicativa e descritiva, quando se busca descrever um fenômeno e explicá-lo.

Por outro lado, Gil (2002, p. 42) enfatiza que “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. Segundo Raupp e Beuren (2006) a pesquisa descritiva tem por finalidade observar os fatos, efetuar seus registros, analisá-los, bem como classificá-los e fazer sua interpretação sem a interferência do pesquisador nos referidos fatos.

Quanto ao método, a pesquisa pode ser classificada como não experimental, tendo em vista que tem como foco de estudo as relações entre duas ou mais variáveis de um dado fenômeno sem qualquer manipulação. O estudo tem a natureza não experimental, pois aborda tão somente variáveis mensuradas. No que se refere ao tipo de amostragem é caracterizada como intencional, visto que a fonte de coleta de dados foi o banco de dados da Economatica® de acordo com a disponibilização das demonstrações contábeis.

Quanto às técnicas de coleta de dados que foram utilizados, trata-se de pesquisas de natureza bibliográfica e documental. Na pesquisa bibliográfica, Richardson (2012) ressalta que o pesquisador se utiliza de material de estudo ou qualquer forma de comunicação. Ou seja, documentos escritos (livros, periódicos, dissertações, teses, entre outros). Nesse contexto, a pesquisa bibliográfica oferece a base conceitual do estudo, bem como a sua evolução no decorrer do tempo. Com isso, apresenta um panorama de pesquisas correlatas com temática similares ao propósito do trabalho que está sendo realizado.

Gil (2002) estabelece a diferença entre a pesquisa bibliográfica e documental. Na visão do autor, a pesquisa documental é similar à pesquisa bibliográfica. Porém, a diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes de coleta de dados. Observa-se que a pesquisa bibliográfica se utiliza essencialmente das contribuições de autores especializados sobre determinada temática, enquanto a pesquisa documental fundamenta-se em materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, ou seja, são dados que devem ser organizados e reelaborados, tendo em vista os objetos da pesquisa. Dessa forma, a pesquisa documental contemplou os indicadores econômico-financeiros das demonstrações contábeis do banco de dados da Economatica® nos períodos de 2011 a 2020.

Quanto à especificidade dos dados que foram coletados, a pesquisa pode ser classificada como *ex-post facto*, visto que não se tem controle direto sobre as variáveis de estudo em função de que suas manifestações já ocorreram e não sendo possível sua manipulação (GIL, 2002). No que se refere a técnica de análise de dados, a pesquisa utilizou o modelo de regressão de Cox cujo modelo foi detalhado em outro tópico deste trabalho.

3.2 Dados de painel ou longitudinais

Dados de painel ou dados longitudinais geralmente se referem a dados que contêm observações de séries temporais de vários indivíduos. Portanto, as observações em dados de painel envolvem pelo menos duas dimensões: uma dimensão de seção transversal e uma dimensão de série temporal (HSIAO, 2006).

Por outro, o estudo longitudinal pode durar alguns anos, chegando até décadas, dependendo do tipo de dados que se deseja coletar. O benefício do estudo longitudinal é que os pesquisadores podem observar as mudanças, fazer observações e detectar quaisquer alterações que ocorrem nas características dos elementos da amostra; permitindo estabelecer uma sequência coerente dos dados. Um conjunto de dados de painel (ou dados longitudinais) consiste em uma série de tempo para cada membro do corte transversal do conjunto de dados (WOOLDRIDGE, 2006).

Neste trabalho utilizou-se os dados da base Economatica® que consistem em dados longitudinais. Entretanto, apesar dos dados estarem na forma de painel foi feito um corte transversal (na data de ocorrência da insolvência) devido a exigências na construção do modelo. Dessa forma, para ajustar o modelo de Cox, foram utilizados os valores observados no período em que ocorreu o evento de interesse (insolvência). Nessa situação uma unidade de corte transversal não é necessariamente observada em todos os períodos do tempo. Isso se dá devido ao fato de a empresa não ter suas observações registradas no banco de dados a partir de um determinado período.

3.3 Análise de sobrevivência

O termo análise de sobrevivência tem sido utilizado, de maneira geral, para dados envolvendo o tempo até a ocorrência de um certo evento, sendo amplamente utilizado em situações médicas. Entretanto, é importante destacar que, atualmente,

aplicações dos métodos estatísticos em análise de dados de sobrevivência têm sido utilizadas não somente em pesquisas biomédicas, mas também nas indústrias, nas ciências sociais e nos negócios.

O tempo até a ocorrência de um evento de interesse, denominado tempo de falha, constituído por três elementos: Tempo, escala e evento.

Para Teixeira, Faerstein e Latorre (2002), a análise de sobrevivência é utilizada quando se pretende analisar um fenômeno em relação ao tempo transcorrido entre um evento inicial, no qual um sujeito ou um objeto entra em um estado particular e um evento final, que modifica este estado. Lima Júnior, Silveira e Ostermann (2012) mencionam que uma das características mais importantes dos dados em análise de sobrevivência é a presença de intervalos de tempo incompletos, que não foram concluídos pelo evento de interesse. Tais intervalos são chamados de observações censuradas e carregam informações importantes e não devem ser descartados.

Na visão de Morita, Lee e Mowday (1989), a lógica envolvida na análise de sobrevivência é simples. O objetivo é acompanhar a manutenção ou o desligamento de um indivíduo, em termos de um determinado relacionamento. A partir dessas informações, pode-se estimar, para cada unidade de tempo da janela de estudo, a probabilidade ou o risco de um indivíduo se desligar. O mesmo autor ressalta que a análise de sobrevivência é extremamente adequada para estudos que envolvem ondas múltiplas de dados, nas quais a variável dependente é binária.

Nas próximas seções são apresentados alguns conceitos essenciais que segundo Rocha e Bastos (2006) são importantes para compreensão da terminologia utilizada na área.

Função de Sobrevivência

A função de sobrevivência é definida como a probabilidade de uma observação não falhar até um certo tempo t (COLOSIMO e GIOLO, 2006):

$$S(t) = P(T \geq t) \quad (1)$$

em que $S(t)$ corresponde à função de sobrevivência que pode ser definida como a probabilidade de uma observação não falhar até determinado tempo t , em outras palavras, a probabilidade de uma observação durar um período de tempo T maior que o período de tempo t .

Segundo Martins (2003), a função falha é utilizada para descrever a distribuição do tempo de vida dos indivíduos, pois mostra de que forma a taxa instantânea de falha, expressa por $h(t)$, sofre alterações no decorrer do tempo. Sendo assim, para obter a função de taxa de falha, é necessário que a probabilidade da falha seja expressa em um intervalo de tempo $[t_1, t_2)$ por meio da função de sobrevivência expressa na equação:

$$\frac{S(t_1) - S(t_2)}{(t_2 - t_1) S(t_1)} \quad (2)$$

Em geral, redefinindo o intervalo como $[t, t + \Delta t)$, a expressão passa a assumir a forma descrita na equação:

$$\lambda(t) = \frac{S(t) - S(t + \Delta t)}{\Delta t S(t)} \quad (3)$$

Assumindo Δt bem pequeno, $\lambda(t)$ representa a taxa de falha instantânea no tempo t condicional à sobrevivência até o tempo t . É importante ressaltar que as taxas de falhas são representadas por números positivos, mas sem limite superior. Assim, pode-se definir a função de falha do tempo T conforme apresentado na equação:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t \mid T \geq t)}{\Delta t S(t)} \quad (4)$$

Tempo de início

O tempo de início do estudo deve ser precisamente definido. Os indivíduos devem ser comparáveis na origem do estudo, com exceção de diferenças medidas pelas covariáveis. Em análise de sobrevivência as variáveis explicativas são denominadas covariáveis. (COLOSIMO; GIOLO, 2006), neste estudo o início foi no ano de 2011.

Escala de medida

A escala de medida representa o tempo real ou “de relógio”, apesar de existirem outras alternativas, como o número de ciclos, a quilometragem de um carro ou qualquer medida de carga.

Evento de interesse (falha)

Na maioria dos casos, o evento de interesse representa uma ocorrência indesejável, denominada falha. É importante, em estudos de sobrevivência, definir de forma clara e precisa o que a vem ser falha.

Censura

Em estudos de sobrevivência é comum a presença de censura, que representa a observação parcial da resposta. Isto é, por alguma razão, o acompanhamento do processo foi interrompido para determinado indivíduo ou componente antes que a falha fosse observada. Isso significa que toda observação sobre tal resposta se resume ao conhecimento de que o tempo de falha é superior àquele que foi observado.

Segundo Colosimo e Giolo (2006), existem três tipos de censura:

- **Censura do tipo I:** ocorrem naqueles estudos finalizados após um período pré-estabelecido (neste período não houve insolvência);
- **Censura do tipo II:** os estudos são finalizados após a ocorrência do evento de interesse em um número pré-estabelecido de indivíduos (durante um determinado período de estudo inicia-se o acompanhamento de 100 organizações, porém, assim 38 delas se tornam insolventes o estudo termina);

- **Censura do tipo aleatória:** circunstância quando um indivíduo é retirado do estudo antes da ocorrência da falha (fim da sociedade).

Ainda, de acordo com os mesmos autores citados anteriormente, independentemente do tipo, a censura pode ocorrer sob três formas: à direita, à esquerda e, intervalar.

- **Censura à Direita:** o tempo de ocorrência do evento de interesse está à direita do tempo registrado. Situação frequentemente encontrada em estudos de sobrevivência;
- **Censura à Esquerda:** ocorre quando o tempo registrado é maior do que o tempo de falha, o evento de interesse já aconteceu quando o indivíduo foi observado;
- **Censura Intervalar:** é usado para a descrição de situações em que se sabe que o tempo de sobrevivência de um indivíduo (organização).

Especificação do tempo de falha

A análise de sobrevivência, é representado pela varável aleatória não-negativa T , sua função de sobrevivência ou pela função de taxa de falha (ou risco).

Função de taxa de falha (ou risco)

A probabilidade da falha ocorre em um intervalo de tempo $[t_1, t_2)$ e pode ser expressa em termos da função de sobrevivência como:

$$S(t_1) - S(t_2) \tag{5}$$

3.4 Modelo de riscos proporcionais de Cox

O modelo de riscos proporcionais de Cox permite, por meio de ajuste de covariáveis, a análise do tempo até a ocorrência de um evento de interesse. Quando se deseja encontrar um modelo que explique a sobrevivência dos pacientes, considerando todas as covariáveis, ao mesmo tempo, isso se evidencia pelo número de aplicações de análise de sobrevivência em várias áreas profissionais, pode-se utilizar o modelo semi

paramétrico de riscos proporcionais de Cox (CARVALHO; ANDREOZZI; CODEÇO *et al.*, 2005; COLOSIMO; GIOLO, 2006).

O modelo de *Cox* (1972), permite a análise de dados provenientes dos estudos do tempo de vida em que a resposta T , é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse, ajustado por covariáveis. Os dados baseados em uma amostra de tamanho n , consistem da tripla $(t_j, \delta_j, \mathbf{X}_j)$, $j = 1, 2, \dots, n$ em que t_j é o tempo em estudo do j -ésimo paciente, δ_j é o indicador de evento para o j -ésimo paciente ($\delta_j = 1$ se o evento ocorreu e $\delta_j = 0$ se foi censurado), e $\mathbf{X}_j = (X_{j1}, \dots, X_{jp})^t$ é o vetor de covariáveis, para o j -ésimo indivíduo, que podem afetar a distribuição do tempo de sobrevivência T . Seja $\lambda(t)$ a taxa de falha no tempo t para um indivíduo com vetor de covariáveis \mathbf{X} . Esta função, também conhecida por taxa de risco, é definida como a chance de um indivíduo, que sobreviveu até o tempo t , experimentar o evento no próximo instante, dado que ainda não aconteceu.

De acordo com McCullagh e Nelder (1989), o modelo de Cox é formado por dois componentes, sendo que o segundo componente, por ter valor positivo, é escrito em forma exponencial. Portanto, a função de taxa de risco, para o i -ésimo indivíduo é então escrita por:

$$\lambda_i(t) = \lambda_0(t) \exp(\beta_0 x_0 + \dots + \beta_p x_p) \quad (6)$$

Observa-se que o modelo de *Cox* é composto pelo produto de dois componentes, um não-paramétrico e o outro paramétrico, daí a denominação modelo semi paramétrico. O componente não-paramétrico, $\lambda_0(t)$, trata-se de uma função positiva do tempo sendo arbitrária (desconhecida, não especificada), e geralmente chamado de função de base. Tal denominação se deve ao fato de $\lambda_0(t)$ fornece o risco para um conjunto padrão de condições, ou seja, $\lambda_i(t) = \lambda_0(t)$ quando $\mathbf{X} = 0$. A presença da função de base torna o modelo de *Cox* mais flexível que um modelo paramétrico.

O componente paramétrico, ou componente linear é frequentemente usado na forma multiplicativa garantindo que $\lambda_i(t)$ seja sempre não-negativa. É importante citar

que o componente não-paramétrico absorve o termo constante, β_0 , presente nos modelos paramétricos.

O modelo de *Cox* é frequentemente chamado de modelo de riscos proporcionais porque se forem considerados dois indivíduos diferentes i e j , a razão de suas taxas de risco é:

$$\frac{\lambda_i(t)}{\lambda_j(t)} = \frac{\lambda_0(t) \exp[\beta x_i^T]}{\lambda_0(t) \exp[\beta x_j^T]} = \exp[\beta(x_i^T - x_j^T)] \quad (7)$$

que é constante no tempo, e, portanto, as taxas de risco são proporcionais. A quantidade é chamada de razão de risco (risco relativo) de um indivíduo com covariáveis x_i comparado com um indivíduo com covariáveis x_j .

3.5 Método *Stepwise* para seleção das variáveis preditoras

Ao conduzir uma regressão linear múltipla, há uma série de abordagens diferentes para introduzir preditores (ou seja, variáveis independentes) no modelo. A abordagem padrão e mais simples é introduzir todos os preditores de interesse num único passo. Outra abordagem é introduzir os seus preditores em etapas múltiplas e pré-determinadas.

O critério utilizado na análise de regressão para a seleção de variáveis explicativas para serem incorporadas ao modelo estudado, cujo procedimento é uma generalização do procedimento passo à frente, quando após cada etapa de incorporação de uma variável, temos uma etapa em que uma das variáveis já selecionada pode ser descartada. As etapas de eliminação e incorporação de variáveis são efetuadas conforme descrito nos procedimentos das regressões possíveis. Ou seja, método passo atrás e método passo à frente. O procedimento chega ao final quando nenhuma variável é incluída ou descartada, conforme Assis, Sousa e Dias (2019).

Na seleção das variáveis que fizeram parte do modelo tem três variações básicas: método *forward* (passo à frente) cada variável é adicionada individualmente, sendo a primeira a que adiciona maior poder de explicação ao modelo e assim sucessivamente até

que nenhuma das variáveis restantes aumente o poder de explicação do modelo. O método *backward* (passo atrás), contrário do *forward* ele começa com todas as variáveis e retira individualmente a variável que adiciona o menor poder de explicação ao modelo até que restem somente as variáveis que expliquem significativamente uma parcela da nossa variável dependente.

A ideia geral do método *stepwise* é a construção do modelo de regressão a partir de um conjunto de variáveis preditoras candidatas, introduzindo e removendo preditores, de forma gradual, no modelo até não haver mais nenhuma razão justificável para entrar ou remover. Com esse procedimento espera-se obter um modelo de regressão razoável e útil. Não existem resultados teóricos fortes para comparar a eficácia dos três métodos de seleção de variáveis. O *stepwise* avalia mais subconjuntos do que as outras duas técnicas, fazendo com que, na prática, se obtenham melhores subconjuntos (MILLER, 2002).

Algoritmo *Stepwise*

- **Inicia com o *forward***

1. Ordenar as variáveis preditoras em ordem decrescente do “relacionamento com a variável resposta” Y;
2. Ajustar o modelo com a primeira variável da lista;
3. Testar sua significância;
4. Se a variável for significativa:
 - a) Salva a variável no modelo;
 - b) Retira a variável da lista;
 - c) Volta para o passo 2.- Se não, para.
5. Possível lista de variáveis.

- **Passa para o *backward***

1. Calcula a estatística F parcial para todas as variáveis selecionadas no passo 5 do algoritmo *forward*;
2. Escolhe a variável com menor valor;
3. Testa sua significância:
 - Se a variável é significante fica no modelo;
 - Se não, sai do modelo e o procedimento para.

A Figura 5 apresenta um fluxograma que descreve o algoritmo do método *stepwise*.

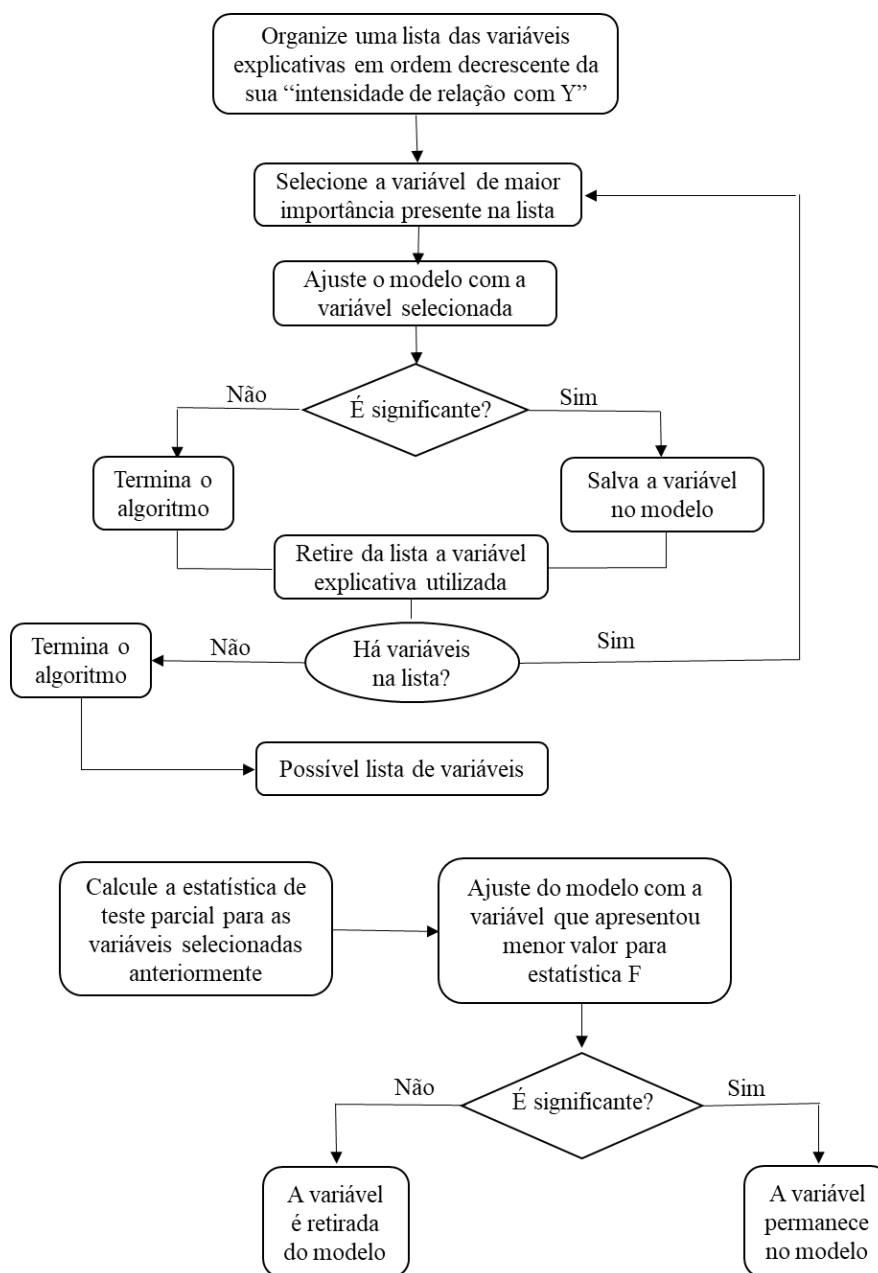


Figura 5 - Fluxograma do método *stepwise* (ALVES, LOTUFO, LOPES, 2013)

3.6 Descrição da amostra

Na tentativa de contribuir para identificação desses fatores de risco, foram inicialmente selecionadas do banco de dados do Economatica® 523 empresas. As empresas foram selecionadas dentro do período compreendido entre os anos de 2011 a 2020. As empresas que saíram da B3 antes de janeiro de 2011 e as que não possuíam as informações de interesse foram excluídas. Das 523 empresas inicialmente selecionadas do banco de dados do Economatica® foram utilizadas apenas 80 empresas. Que são demonstradas no Quadro 3, apenas 13 empresas tinham situação cancelada no banco de dados original, ou seja, deixaram de fazer parte da B3. Além disso a maioria das empresas permaneceram nos registros até o ano de 2020. Apenas 6 empresas saíram dos registros do Economatica® antes de 2019 e as outras seis ao longo do ano de 2020. Para definir a insolvência foram utilizados os critérios estabelecidos pelos 9 modelos apresentados na seção 2.2.

Quadro 3 - Características das empresas selecionadas para compor a amostra (continua).

id	Nome	Setor Economatica	Setor B3	Subsetor B3	Segmento B3	Ativo	Ano de entrada
1	3r Petroleum	Petróleo e Gas	Petróleo gás e biocombustíveis	Petróleo gás e biocombustíveis	Exploração refino e distribuição	ativo	2017
2	3tentos	Agro e Pesca	Consumo não cíclico	Agropecuária	Agricultura	ativo	2018
4	Aeris	Máquinas Industriais	Bens industriais	Máquinas e equipamentos	Máq. e equip. industriais	ativo	2017
6	Agribrasil	Agro e Pesca	Consumo não cíclico	Agropecuária	Agricultura	ativo	2018
7	Agrogalaxy	Agro e Pesca	Consumo não cíclico	Agropecuária	Agricultura	ativo	2017
10	Allied	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Eletrrodomésticos	ativo	2017
12	Alphaville	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2017
16	Assai	Comércio	Consumo não cíclico	Comércio e distribuição	Alimentos	ativo	2017
17	Aura 360	Mineração	Materiais básicos	Mineração	Minerais metálicos	ativo	2017
19	Azul	Transporte Serviço	Bens industriais	Transporte	Transporte aéreo	ativo	2016
22	Bbmlogistica	Transporte Serviço	Bens industriais	Serviços diversos	Serviços diversos	ativo	2015
23	Bemobi Tech	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2018
25	Blau	Química	Saúde	Comércio e distribuição	Medicamentos e outros produtos	ativo	2016
26	Boa Safra	Agro e Pesca	Consumo não cíclico	Agropecuária	Agricultura	ativo	2017
30	Brq	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2014
32	Carrefour BR	Comércio	Consumo não cíclico	Comércio e distribuição	Alimentos	ativo	2014
33	Cba	Mineração	Materiais básicos	Mineração	Minerais metálicos	ativo	2019
35	Cea Modas	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Tecidos vestuário e calçados	ativo	2016

Quadro 3 - Características das empresas selecionadas para compor a amostra (continua).

id	Nome	Setor Economática	Setor B3	Subsetor B3	Segmento B3	Ativo	Ano de entrada
44	Csn Mineracao	Mineração	Materiais básicos	Mineração	Minerais metálicos	ativo	2017
45	Ctc S.A.	Agro e Pesca	Consumo não cíclico	Agropecuária	Agricultura	ativo	2014
46	Cury S/A	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2017
47	Cvc Brasil	Transporte Serviço	Consumo cíclico	Viagens e lazer	Viagens e turismo	ativo	2012
49	D1000vfarma	Comércio	Saúde	Comércio e distribuição	Medicamentos e outros produtos	ativo	2017
60	Enjoei	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2017
75	Getninjas	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2018
79	Grupo Mateus	Comércio	Consumo não cíclico	Comércio e distribuição	Alimentos	ativo	2017
81	Grupo Sbf	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Produtos diversos	ativo	2016
82	Grupo Soma	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Tecidos vestuário e calçados	ativo	2017
88	Imc S/A	Comércio	Consumo cíclico	Hotéis e restaurantes	Restaurante e similares	ativo	2014
90	Infracomm	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2018
91	Intelbras	Eletroeletrônicos	Tecnologia da informação	Computadores e equipamentos	Computadores e equipamentos	ativo	2017
92	Inter SA	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2014
101	Kallas	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2018
105	Lavvi	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2017
107	Locaweb	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2016
118	Meliuz	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2017
119	Melnick	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2017
127	Mitre Realty	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2016
128	Mobly	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2019
132	Multilaser	Eletroeletrônicos	Tecnologia da informação	Computadores e equipamentos	Computadores e equipamentos	ativo	2018
134	Neogrid	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2017
136	Nortcquimica	Química	Saúde	Medicamentos e outros produtos	Medicamentos e outros produtos	ativo	2012
138	Oceanpact	Mineração	Petróleo gás e biocombustíveis	Petróleo gás e biocombustíveis	Equipamentos e serviços	ativo	2017
142	Ourofino S/A	Química	Saúde	Medicamentos e outros produtos	Medicamentos e outros produtos	ativo	2014
151	Petroreca	Petróleo e Gas	Petróleo gás e biocombustíveis	Petróleo gás e biocombustíveis	Exploração refino e distribuição	ativo	2018
153	Petz	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Produtos diversos	ativo	2017
154	Planoaplano	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2019
159	Pratica	Eletroeletrônicos	Bens industriais	Máquinas e equipamentos	Máq. e equip. industriais	ativo	2015
160	Priner	Construção	Bens industriais	Serviços diversos	Serviços diversos	ativo	2014
163	Quality Soft	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2012

Quadro 3 - Características das empresas selecionadas para compor a amostra (conclusão).

id	Nome	Setor Economática	Setor B3	Subsetor B3	Segmento B3	Ativo	Ano de entrada
164	Quero-Quero	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Produtos diversos	ativo	2017
166	Raizen	Agro e Pesca	Consumo não cíclico	Agropecuária	Agricultura	ativo	2018
171	Rodobens	Comércio	Bens industriais	Comércio	Material de transporte	ativo	2019
178	Sequoia Log	Transporte Serviço	Bens industriais	Serviços diversos	Serviços diversos	ativo	2017
180	Sinqia	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2011
190	Tegra Incorp	Construção	Consumo cíclico	Construção civil	Incorporações	ativo	2019
199	Track Field	Comércio	Consumo cíclico	Tecidos vestuário e calçados	Vestuário	ativo	2017
204	Unifique	Telecomunicações	Comunicações	Telecomunicações	Telecomunicações	ativo	2018
210	Vibra	Petróleo e Gas	Petróleo gás e biocombustíveis	Petróleo gás e biocombustíveis	Exploração refino e distribuição	ativo	2014
211	Vittia	Agro e Pesca	Materiais básicos	Químicos	Fertilizantes e defensivos	ativo	2017
212	Vivara S.A.	Comércio	Consumo cíclico	Tecidos vestuário e calçados	Acessórios	ativo	2019
213	Viveo	Comércio	Saúde	Comércio e distribuição	Medicamentos e outros produtos	ativo	2018
216	Wdc Networks	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2018
218	Westwing	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	ativo	2017
223	Camil	Alimentos e Bebidas	Consumo não cíclico	Alimentos processados	Alimentos diversos	ativo	2015
225	Le Biscuit	Comércio	Consumo cíclico	Comércio	Produtos diversos	ativo	2017
232	Dommo	Petróleo e Gas	Petróleo gás e biocombustíveis	Petróleo gás e biocombustíveis	Exploração refino e distribuição	cancelado	2013
237	Mosaico	Comércio	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	cancelado	2017
238	Stara	Máquinas Industriais	Bens industriais	Máquinas e equipamentos	Máq. e equip. construção e agrícolas	cancelado	2014
239	Linx	Software e Dados	Tecnologia da informação	Programas e serviços	Programas e serviços	cancelado	2011
241	Cosan Log	Transporte Serviço	Bens industriais	Transporte	Transporte ferroviário	cancelado	2013
242	Litela	Mineração	Materiais básicos	Mineração	Minerais metálicos	ativo	2017
243	Biotoscana	Química	Saúde	Medicamentos e outros produtos	Medicamentos e outros produtos	cancelado	2016
250	BR Home	Construção	Consumo cíclico	Comércio	Produtos diversos	cancelado	2014
260	Altus S/A	Siderurgia & Metalurgia	Bens industriais	Serviços diversos	Serviços diversos	cancelado	2012
261	Fornodeminas	Alimentos e Bebidas	Consumo não cíclico	Alimentos processados	Alimentos diversos	cancelado	2014
264	Rumo Log	Transporte Serviço	Bens industriais	Transporte	Transporte ferroviário	cancelado	2013
269	Vigor Food	Alimentos e Bebidas	Sem informação	Sem informação	Sem informação	cancelado	2012
270	Wow	Alimentos e Bebidas	Sem informação	Sem informação	Sem informação	cancelado	2014
287	Lfparticip	Telecomunicações	Sem informação	Sem informação	Sem informação	cancelado	2013

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

De acordo com o Quadro 4, observa-se que para quase todos os modelos/índices utilizados a maioria das empresas da amostra em estudo foram consideradas como insolventes. Apenas os modelos: índice de Kanitz (1974) e Scarpel (2000) apresentou um percentual maior de empresas caracterizadas como solvente. Além disso, deve ressaltar que para alguns índices não se tem o valor dos mesmos devido à ausência de informação para algumas variáveis necessárias para o cálculo dos índices.

Quadro 4 - Caracterização da amostra de acordo com a classificação das empresas usando os 9 índices estudados

Modelo	Solvente	Insolvente	Sem informação	Total válido
Albadi (1979)	0 (0,0%)	80 (100,0%)	0	80
Silva (1982)	0 (0,0%)	80 (100,0%)	0	80
Scarpel (2000)	52 (65,0%)	28 (35,0%)	0	80
Altman (1968)	6 (7,6%)	73 (92,4%)	1	79
Kanitz (1974)	77 (97,5%)	2 (2,5%)	1	79
Elizabetsky (1976)	25 (31,6%)	54 (68,4%)	1	79
Kasznar (1986)	14 (17,7%)	65 (82,3%)	1	79
Samin (1998)	22 (30,1%)	51 (69,9%)	7	73
Matias (1978)	33 (47,8%)	36 (52,2%)	11	69

3.7 Descrição das variáveis

As variáveis independentes contábeis são aquelas que podem influenciar o comportamento de uma ou mais variáveis dependentes. No contexto financeiro, as variáveis independentes contábeis podem ser utilizadas para analisar o desempenho econômico e financeiro de uma empresa. A análise financeira abrange variáveis que oferecem informações fundamentais sobre a saúde e desempenho de uma empresa. As variáveis independentes contábeis podem fornecer uma visão ampla do estado financeiro de uma organização. Como são demonstradas no Quadro 5.

Quadro 5 - Descrição das variáveis elaborado pelo autor (continua).

Variáveis independentes	Sigla	Fórmula/conceito	Referências
Alavancagem financeira	AlaFin	$\text{Alavancagem Financeira} = \frac{\text{Ativos Totais}}{\text{Patrimônio Líquido}}$	GITMAN, 2010. SHAHWAN, 2015. SHAHWAN; HABIB, 2020.
Ativo cancelado	Ativocancelado	Define a situação da empresa no banco de dados Economatica®, ativa ou cancelada.	ECONOMÁTICA, 2023.
Ativo fixo / patrimônio líquido	AfPL	$\frac{\text{Ativo fixo}}{\text{Patrimônio líquido}}$	GITMAN, 2010.
Capital de giro	CapGir	$\text{Capital de Giro} = \text{Ativos Circulantes} - \text{Passivos Circulantes}$	GITMAN, 2010.
Capital social	CapSoc	$\text{Capital Social} = \text{Ações Emitidas} \times \text{Valor Nominal por Ação}$	ROSS; WESTERFIED; JAFFE, 2007.
Despesas financeiras	DesFin	$\text{Despesas Financeiras} = \text{Dívidas} \times \text{Taxa de Juros}$	ASSAF NETO, 2014.
Dívida bruta / patrimônio	DivBrPat	$\frac{\text{Dívida Bruta}}{\text{Patrimônio}}$	CICOGNA, 2007.
Dívida líquida / dívida total	DivLPDivTt	$\frac{\text{Dívida Líquida}}{\text{Dívida Total}}$	DINIZ, 2014.
Dívida líquida / patrimônio líquido	DLPL	$\frac{\text{Dívida Líquida}}{\text{Patrimônio Líquido}}$	GITMAN, 2010.
Dívida total líquida	DivTtLq	$\text{Dívida total Líquida} = \text{Dívida Total} - \text{Ativos Líquidos}$	ROSS; WESTERFIED; JAFFE, 2007.
Estoques	Estoques	$\text{Valor dos Estoques} = \text{Quantidade de Estoques} \times \text{Custo Unitário dos Estoques}$	ASSAF NETO, 2014.

Quadro 5 - Descrição das variáveis elaborado pelo autor (continua).

Variáveis independentes	Sigla	Fórmula/conceito	Referências
Estrutura de capital	EstCapPL	$\text{Estrutura de Capital} = \frac{\text{Dívida Total}}{\text{Dívida Total} + \text{Patrimônio Líquido}} \times 100$	ASSAF NETO, 2014.
Exigível total	ExgTt	$\text{Exigível Total} = \text{Passivo Circulante} + \text{Passivo não Circulante}$	ASSAF NETO, 2014.
Exigível/patrimônio líquido	ExigPL	$\frac{\text{Exigível}}{\text{Patrimônio Líquido}}$	ASSAF NETO, 2014.
Giro do ativo	GiroAt	$\text{Giro do Ativo} = \frac{\text{Receita Líquida}}{\text{Ativo Total Médio}}$	GITMAN, 2010. CHANG, 2016.
Investimento / patrimônio líquido	InvPL	$\frac{\text{Investimento}}{\text{Patrimônio Líquido}}$	GITMAN, 2010.
Investimentos	Investm	$FV = PV \times (1+r)^n$	GITMAN, 2010.
Liquidez corrente	LiqCor	$\text{Liquidez Corrente} = \frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$	ROSS; WESTERFIED; JAFJE, 2007. WANG; CHEN; CHU, 2018.
Liquidez geral	LiqGer	$\text{Liquidez Geral} = \frac{\text{Ativo Circulante} + \text{Ativo Realizável a Longo Prazo}}{\text{Passivo Circulante} + \text{Passivo Não Circulante}}$	ASSAF NETO, 2014.
Lucro antes dos juros e tributos	EBIT	$EBIT = \text{Receita Operacional} - \text{Custo Operacional}$	ASSAF NETO, 2014.
Lucro antes dos juros, impostos, depreciação e amortização	EBITDA	$EBITDA = \text{Receita Operacional} - \text{Custo Operacional} + \text{Depreciação} + \text{Amortização}$	ASSAF NETO, 2014.
Lucro bruto	LucroBrut	$\text{Lucro Bruto} = \text{Receita Total} - \text{Custo dos Produtos Vendidos (CPV)}$	GITMAN, 2010.

Quadro 5 - Descrição das variáveis elaborado pelo autor (continua).

Variáveis independentes	Sigla	Fórmula/conceito	Referências
Lucro líquido	LucroLiq	<i>Lucro Líquido = Receita Total – Custo Total – Despesa Total – Impostos</i>	GITMAN, 2010.
Lucro operacional	LucOpe	<i>Lucro Operacional = Receita Operacional – Custo Operacional</i>	GITMAN, 2010.
Passivos com partes relacionadas ao curto prazo	PaPaRelCP	<i>Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo = Obrigações de Curto Prazo com partes relacionadas</i>	GITMAN, 2010.
Passivos com partes relacionadas ao longo prazo	PaPaRelLP	Referem-se a obrigações financeiras que uma empresa possui com entidades ou indivíduos que têm uma relação próxima ou um controle significativo sobre a empresa. Essas partes relacionadas podem incluir acionistas, diretores, proprietários, familiares dos proprietários, subsidiárias ou outras entidades afiliadas.	GITMAN, 2010.
Patrimônio líquido	PatrimLiq	<i>Patrimônio Líquido = Ativos – Passivos</i>	GITMAN, 2010.
Patrimônio médio de estoques	PMestq	<i>Patrimônio Médio de Estoques = Valor do Estoque no Início do período + Valor do Estoque no Final do período /2</i>	MARTINS, 2003.
Quantidade de ações	QtdAções	<i>Quantidade de Ações = Número de Ações Emitidas X Valor Nominal por Ações</i>	ASSAF NETO, 2014.
Receita financeira	RecFin	Refere-se a uma categoria de receita que uma empresa ou indivíduo obtém a partir de investimentos financeiros, transações financeiras ou atividades relacionadas ao mercado financeiro. Essas receitas geralmente não estão diretamente relacionadas às operações principais do negócio, mas sim ao dinheiro que é ganho com o dinheiro disponível.	ROSS; WESTERFIED; JAFPE, 2007.
Rendimento de duplicatas	RedDupl	<i>Rendimento de duplicatas (Valor Nominal da Duplicata) X (Taxa de Juro (Prazo de Vencimento))</i>	LEMES JÚNIOR; RIGO; CHEROBIM, 2005.

Quadro 5 - Descrição das variáveis elaborado pelo autor (continua).

Variáveis independentes	Sigla	Fórmula/conceito	Referências
Rentabilidade do ativo	RentAt	$ROI = \frac{\text{Ganho do Investimento} - \text{Custo do Investimento}}{\text{Custo do Investimento}} \times 100$	GITMAN, 2010.
Valor de mercado da empresa	VlrMercempr esa	$\text{Valor de Mercado} = \text{Número de ações emitidas} \times \text{Preço Atual Ação}$	LEMES JÚNIOR; RIGO; CHEROBIM, 2005.
Vendas por ação	VendasAcao	$\text{Vendas por Ação} = \frac{\text{Vendas Totais}}{\text{Número Médio de Ações em Circulação}}$	ASSAF NETO, 2014.
Ativo Não Circulante	AtvNaoCir	São recursos e bens que uma empresa possui e que não são destinados a serem convertidos em dinheiro ou consumidos no curto prazo, geralmente em um período superior a um ano.	IUDÍCIBUS, 2010.
Ativo Total	AtivoTot	$\text{Ativo Total} = \text{Ativos Circulantes} + \text{Ativos não circulantes}$	GITMAN, 2010.
Contas a Receber de Curto Prazo	CtaRecCP	$\text{Contas a Receber de Curto Prazo} = \text{Vendas a Crédito} + \text{Valores a receber}$	GITMAN, 2010.
Contas a Receber de Longo Prazo	CtaRecLP	$\text{Contas a Receber de Longo Prazo} = \text{Contas a Receber Total} - \text{Contas a Receber de Curto Prazo}$	GITMAN, 2010.
Dívida Bruta/Ativo	DivBrAtivo	$\frac{\text{Dívida Bruta}}{\text{Ativo}}$	BARBOSA-FILHO, 2014.
Exigível/Passivo	ExgPs	$\frac{\text{Exigível}}{\text{Ativo}}$	IUDÍCIBUS, 2010.
Financiamento de Curto Prazo	FincCP	O financiamento de curto prazo refere-se à obtenção de recursos financeiros para atender às necessidades imediatas de uma empresa ou indivíduo.	ASSAF NETO, 2014.
Financiamento de Longo Prazo	FinLP	Refere-se à obtenção de recursos financeiros que serão usados por um período prolongado, geralmente superior a um ano, para financiar projetos de investimento, expansão, aquisição de ativos fixos, pagamento de dívidas de longo prazo ou outras necessidades de capital de uma empresa ou indivíduo.	ASSAF NETO, 2014.

Quadro 5 - Descrição das variáveis elaborado pelo autor (conclusão).

Variáveis independentes	Sigla	Fórmula/conceito	Referências
Fornecedores	Fornec	No contexto da contabilidade e dos negócios, são entidades ou empresas que fornecem bens, serviços, insumos, complementos ou matérias-primas a uma empresa ou organização.	ROSS, S. A.; WESTERFIED, R. W.; JAFFE, 2007.
Imobilizado	Imobil	Se refere a um grupo de ativos de uma empresa que são adquiridos com a intenção de serem utilizados por um longo período de tempo	GITMAN, 2010.
Passivo Circulante	PasCir	São contas representativas das obrigações da sociedade que vencerem no exercício social seguinte.	IUDÍCIBUS, 2010.
Passivo não circulante	PasNoCir	São contas representativas das obrigações com vencimentos após o término do exercício social seguinte.	IUDÍCIBUS, 2010.
Passivo Total	Passtot	Incorpora todos os recursos captados pela empresa e que suas aplicações se encontram identificadas no ativo	ASSAF NETO, 2014.
Realizável a longo prazo	RealLP	Refere-se a um grupo de ativos que são esperados para serem convertidos em dinheiro ou utilizados dentro de um período de tempo que vai além de um ano a partir da data do balanço do patrimonial.	ASSAF NETO, 2014.

Fonte: Do autor (2023), com base nas referências.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa. Para atender os dois objetivos específicos, o capítulo está dividido em dois tópicos: (i) Análise estatística; e (ii) Análise univariada.

A amostra utilizada neste estudo foi composta de 80 empresas selecionadas de acordo com critérios definidos para pesquisa. Para realizar as análises foi utilizado o programa SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Science for Windows), utilizando o método Stepwise Backward com a estatística Wald. Nesse método o modelo inicia com todas as variáveis explicativas selecionadas no ajuste do modelo univariado. Em seguida todas as variáveis são avaliadas individualmente, sendo excluídas do modelo se corresponderem a um critério de seleção baseado em valor p determinado a priori. O valor de exclusão (default do SPSS é 0,05) para os testes estatísticos foi considerado um nível de significância igual a 5%.

Conforme uma nova variável é excluída, as variáveis existentes no modelo são avaliadas para exclusão. O valor p (nível de significância) utilizado para efeito de exclusão é 10% (0,10). Quando não for possível adicionar ou remover mais nenhum indicador ao modelo, ou quando o modelo atual for igual ao modelo anterior, o algoritmo interrompe sua execução.

4.1 Análise descritiva

A estatística descritiva, sintetiza as características principais observadas em um conjunto de dados por meio de tabelas, gráficos e medidas de resumo, permitindo melhor compreensão do comportamento dos dados, conforme Fávero e Belfiore (2017).

Nesta seção são apresentados os resultados descritivos das variáveis utilizadas no trabalho.

Pode-se observar pela Tabela 1 segundo a classificação Econômica que o Comércio com 28,8%, a construção com 13,8%, software e dados 10,0%, agro e pesca 8,8%. transporte serviços 7,5%, mineração 6,3%, química 5,0%, petróleo e gás 5,0%, alimentos e bebidas 5,0%, eletroeletrônicos 3,8%, máquinas industriais 2,5%, telecomunicações 2,5%, siderurgia & metalurgia 1,3%.

Tabela 1 - Distribuição das empresas de acordo com o setor Econômica.

Setor Econômica	Frequência	Percentual
Agro e Pesca	7	8,8
Alimentos e bebidas	4	5,0
Comércio	23	28,8
Construção	11	13,8
Eletroeletrônicos	3	3,8
Máquinas Industria	2	2,5
Mineração	5	6,3
Petróleo e Gás	4	5,0
Química	4	5,0
Siderurgia & Metalurgia	1	1,3
Software e Dados	8	10,0
Telecomunicações	2	2,5
Transporte Serviços	6	7,5
Total	80	100

Fonte: Do autor (2023)

A Tabela 2 mostra as empresas que foram classificadas pela B3 como de consumo cíclico 27,3%, tecnologia da informação 22,1%, o setor de bens industriais e consumo não cíclico 14,3%, saúde 7,8%, materiais básicos, petróleo, gás e Biocombustíveis 6,5%, comunicações 1,3%. Na avaliação desta amostra faltaram três empresas, as mesmas não tinham informações disponíveis.

Tabela 2 - Distribuição das empresas de acordo com o setor da B3.

Setor B3	Frequência	Percentual
Bens industriais	11	14,3
Comunicações	1	1,3
Consumo cíclico	21	27,3
Consumo não cíclico	11	14,3
Materiais básicos	5	6,5
Petróleo gás e biocombustíveis	5	6,5
Saúde	6	7,8
Tecnologia da informação	17	22,1
Total	77	100

Fonte: Do autor (2023)

A Tabela 3 revela que, segundo a classificação do Subsetor B3 que programas e serviços 19,5%, comércio e construção civil 11,7% e comércio e distribuição, agropecuária 7,8%, petróleo, gás e biocombustíveis 6,5%, mineração e serviços diversos 5,2%, máquinas e equipamentos, medicamentos e outros produtos e transportes 3,9%, alimentos processados, computadores e equipamentos, tecidos vestuário e calçados 2,6%,

hotéis e restaurantes, químicos, telecomunicações, viagens e Lazer 1,3%, Na avaliação desta amostra faltaram três empresas, as mesmas não tinham informações disponíveis.

Tabela 3 - Distribuição das empresas de acordo com o Subsetor da B3.

Subsetor B3	Frequência	Percentual
Agropecuária	6	7,8
Alimentos processados	2	2,6
Comércio	9	11,7
Comércio e distribuição	6	7,8
Computadores e equipamentos	2	2,6
Construção civil	9	11,7
Hotéis e restaurantes	1	1,3
Máquinas e equipamentos	3	3,9
Medicamentos e outros produtos	3	3,9
Mineração	4	5,2
Petróleo gás e biocombustíveis	5	6,5
Programas e serviços	15	19,5
Químicos	1	1,3
Serviços diversos	4	5,2
Tecidos vestuário e calçados	2	2,6
Telecomunicações	1	1,3
Transporte	3	3,9
Viagens e lazer	1	1,3
Total	77	100

Fonte: Do autor (2023)

A Tabela 4 demonstra que as empresas foram classificadas pelo Segmento B3 como de programas e serviços 19,5%, incorporações e agricultura: 11,7%, medicamentos e outros produtos 7,8%, produtos diversos 6,5%, exploração refino e distribuição, minerais metálicos, serviços diversos: cada um com 5,2%, o segmento de alimentos: 3,9%, alimentos diversos, computadores e equipamentos, máquinas e equipamentos industriais, tecidos vestuários e calçados, transporte ferroviário: cada um com 2,6%, cada. acessórios, eletrodomésticos, equipamentos e serviços, fertilizantes e defensivos, máquinas e equipamentos de construção e agrícolas, material de transporte, restaurante e similares, telecomunicações, transporte aéreo, vestuários, viagens e turismo: cada um com 1,3%. Na avaliação desta amostra faltaram três empresas, as mesmas não tinham informações disponíveis.

Tabela 4 - Distribuição das empresas de acordo com o Segmento da B3

Segmento B3	Frequência	Percentual
Acessórios	1	1,3
Agricultura	6	7,8
Alimentos	3	3,9
Alimentos diversos	2	2,6
Computadores e equipamentos	2	2,6
Eletrodomésticos	1	1,3
Equipamentos e serviços	1	1,3
Exploração refino e distribuição	4	5,2
Fertilizantes e defensivos	1	1,3
Incorporações	9	11,7
Máquinas, e equipamentos, construção e agrícolas	1	1,3
Máquinas, e equipamento, industriais	2	2,6
Material de transporte	1	1,3
Medicamentos e outros produtos	6	7,8
Minerais metálicos	4	5,2
Produtos diversos	5	6,5
Programas e serviços	15	19,5
Restaurante e similares	1	1,3
Serviços diversos	4	5,2
Tecidos vestuário e calçados	2	2,6
Telecomunicações	1	1,3
Transporte aéreo	1	1,3
Transporte ferroviário	2	2,6
Vestuário	1	1,3
Viagens e turismo	1	1,3
Total	77	100

Fonte: Do autor (2023)

Em relação a situação da empresa no banco de dados Economática® nota-se que a porcentagem do ativo (83,75%), representa a parcela das empresas que estão atualmente em operação na B3, indica a predominância de empresas ativas, o que é geralmente positivo para o mercado, pois mais empresas em operações, investimentos e oportunidades, o percentual de empresas ativas pode indicar confiança dos investidores no mercado de ações e na economia.

O cancelado (16,28%), refere-se à porcentagem de empresas que foram removidas da lista da B3, seja devido a fusões, aquisições, decisões em reuniões do conselho administrativo, insolvências ou outras razões. Pode ser interpretado como uma parte natural do ciclo de vida das empresas, em que algumas delas saem do mercado por diferentes motivos, investidores devem estar atentos ao motivo do cancelamento de uma empresa para avaliar o impacto potencial em seus investimentos.

A análise dos percentuais sugere um mercado predominante, composto por empresas ativas, o que é positivo, mas também com uma parcela de empresas canceladas, cadastro das empresas canceladas não está ativo na B3, indicando a dinâmica e a evolução contínua do mercado de ações, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 - Situação das empresas na B3

Situação da empresa na Bolsa	Frequência	Percentual
Ativo	67	83,75
Cancelado	13	16,25
Total	80	100

Fonte: Do autor (2023)

A Tabela 6 mostra que o Novo Mercado (67,1%), é a maior participação percentual, é conhecido por ter práticas mais avançadas de governança corporativa, com regras mais rigorosas para proteger os direitos dos acionistas. Empresas listadas neste segmento geralmente atraem investidores que valorizam a transparência e boas práticas de gestão. B3 Mais (12,7%) e B3 Mais Nível 2 (2,5%), embora o B3 Mais tenha uma participação significativa, o B3 Mais Nível 2 representa uma parcela menor. Esses segmentos são voltados para empresas de menor porte e em estágio inicial. Empresas que buscam capitalização e expansão podem escolher esses segmentos para acessar o mercado de capitais com requisitos menos rigorosos em comparação com o Novo Mercado. Empresas listadas nesses segmentos podem ter um histórico mais longo no mercado ou podem escolher níveis de governança que atendam às suas necessidades específicas. BDR Nível 3 (2,5%), ou seja, Brazilian Depositary Receipts (BDRs) são certificados de depósito lastreados em valores mobiliários de empresas estrangeiras. Balcão Organizado (1,3%), é o menor e geralmente inclui títulos negociados fora da B3, podendo incluir operações com menor liquidez e uma variedade de ativos financeiros.

O mercado está diversificado, oferecendo opções para empresas de diferentes tamanhos e estágios de desenvolvimento, enquanto destaca a importância crescente das práticas avançadas de governança corporativa no Novo Mercado.

Tabela 6 - Segmento da B3

Segmento listagem B3	Frequência	Percentual
Balcão Organizado	1	1,3
BDR nível 3	2	2,5
B3 Mais	10	12,7
B3 Mais Nível 2	2	2,5
Nível 2	4	5,1
Novo Mercado	53	67,1
Tradicional	7	8,9
Total	79	100

Fonte: Do autor (2023)

A seguir são descritos os resultados obtidos para os indicadores econômico-financeiros que são variáveis contínuas apresentando um intervalo de valores muito extensos (uma vez que estão registradas em milhares de reais) dificultando a interpretação dos resultados obtidos na análise descritiva. É importante ressaltar que alguns indicadores não apresentaram as informações para todas as empresas. Além disso, pode-se verificar, pela Tabela 7, que a maioria dos indicadores apresentaram valores altos para o desvio padrão indicando alta variabilidade.

Observa-se também, pela Tabela 7, que as empresas apresentaram um valor médio para o ativo circulante igual a R\$ 2.546.274,60, sendo que metade dessas empresas tiveram um valor de R\$ 976.084,86 como valor de ativo circulante. Tem-se um valor médio para o capital de giro igual a R\$ 614.810,48 com um desvio padrão de R\$ 1.441.595,00 o que demonstra uma grande discrepância dos valores podendo confirmar tal fato pelo valor do percentil 90 que demonstrou que apenas 10% das empresas apresentaram valor igual ou superior a R\$ 1.696.166,20. O lucro bruto médio é de R\$ 1.029.225,9 enquanto o lucro líquido médio é igual a R\$ 41.220,94.

O valor médio para o passivo circulante foi de R\$ 1.863.057,60 e o passivo não circulante apresentou média igual a R\$ 2.285.505,80. Entretanto, observa-se que metade das empresas apresentou um valor para o passivo circulante menor ou igual a no máximo R\$498.923,74, que corresponde à mediana. De maneira similar, o passivo não circulante apresentou valor mediano igual a R\$ 427.303,82. O valor médio para o passivo total foi de R\$ 6.023.908,30 com um desvio padrão igual a R\$14.247.501,00, demonstrando alta variabilidade dos dados. As empresas apresentaram uma despesa média de R\$ 379.021,30 sendo que 10% dessas empresas apresentaram despesa igual ou superior a R\$ 491.793,28.

A dívida total bruta média foi igual a R\$ 1.141.276,00 sendo que metade das empresas apresentaram uma dívida total bruta de no máximo R\$ 438.862,95. Por outro

lado, a dívida total líquida apresentou média igual a R\$ 359.479,82 com metade das empresas possuindo dívida menor ou igual a R\$ 10.584,82.

O valor médio de financiamento a curto prazo foi de R\$ 246.771,34 e para o financiamento a longo prazo tem-se uma média de R\$ 977.318,24. O desvio padrão foi 493.881,68 reais para o financiamento a curto prazo e de 3.320.799,70 reais para longo prazo, demonstrando uma elevada variabilidade.

Lucro bruto tem média de 1.029.225,90 reais com um desvio padrão de R\$ 25.083.323,00. Já o lucro líquido apresentou uma média de 41.220,94 reais sendo o desvio padrão igual R\$ 1.853.269,30.

A alavancagem financeira possui média de 2,48, mediana igual a 1,90, valor mínimo igual a -30,81 e máximo de 99,34. Observa-se que 25% das empresas menos endividadas (percentil 25) possuem alavancagem financeira igual a no máximo 1,18, enquanto as 25% empresas mais endividadas (percentil 75) apresentaram alavancagem igual a no mínimo 6,33.

A liquidez corrente apresentou valor médio de 2,53 entre as empresas, indicando boa capacidade de quitar dívidas a curto prazo. Organizações com maior dificuldade de quitar suas dívidas de curto prazo são as que estão entre o valor de mínimo (0,36) e o valor do percentil 25 (1,10). Na perspectiva contrária, organizações com menor dificuldade de quitar suas dívidas de curto prazo são as que receberam valor entre o percentil 75 (2,83) e o máximo (18,6). Quanto maior for o valor desse indicador, maior será a capacidade empresarial de quitar suas dívidas com terceiros.

Em relação ao giro do ativo, obteve-se uma média de 8,7%, representando o quanto a organização vende em relação ao total de ativos que ela possui. Vinte cinco por cento (percentil 25) das empresas que apresentam um menor resultado para essa relação encontram-se entre os valores de 0 a 3,4%. Já as organizações que mais vendem, diante de seu porte mensurado pelo ativo total, são as que possuem valores entre 10,6% a 51,9%, e são elencadas como as que utilizam mais adequadamente seus bens na produção de capital financeiro.

A rentabilidade de ativo variou de 13,82% até 27,00% para dez por cento das empresas amostradas (percentil 10), o que pode ser considerado um fator positivo.

Ao avaliar o índice dívida líquida /patrimônio líquido pode-se verificar que em média 23,17%, da dívida das empresas estudadas está sendo utilizado para financiar os seus ativos em relação ao patrimônio dos acionistas.

Tabela 7 - Estatísticas descritivas para os indicadores econômico-financeiros

Variável	Válido	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Percentis			
							10	25	75	90
Alavancagem Financeira	69	2,48	1,9	13,99	-30,81	99,34	-2,01	1,18	2,64	6,33
Ativo Circulante	80	2546274,6	976084,86	4503475,8	8757,33	30473779	148399,14	377724,42	2566687,3	6431697,3
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	69	59,49	30,75	109,89	-380,52	530,21	0,47	6,54	83,09	179
Ativo Não Circulante	80	3581337,4	666077,84	7816605,1	1003,68	43327836	97082,9	232812,63	2097445,4	12546020
Ativo Total	80	6127612	17497441	11609714	9761,01	62144301	317703,86	569547,47	5410082,6	22206114
Capital de Giro	69	614810,48	400869,35	1441595	-5750132,1	7685296,8	-52856,96	51681,79	901054,59	1696166,2
Capital Social	80	1398553,3	543317,74	2329383	270,99	11232631	45100,4	115880,82	1378009,8	3748927,6
Contas a Receber de Curto Prazo	80	666279,28	220784,1	1588447,2	0	12887172	20952,96	59325,12	669047,12	1379518
Contas a Receber de Longo Prazo	80	55919,42	0	151873,15	0	901754,28	0	0	215580,65	204114,24
Custo Produto Vendido	80	4548359,8	491306,79	15301934	0	92386645	84277,93	169573,27	1696003,2	5691644,1
Despesas Financeiras	76	379021,3	62785,1	1443663,1	299,79	11677755	6382,34	13179,76	198545,43	491793,28
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido (%)	69	23,17	1,71	169,93	-502,84	972,17	-71,56	-26,63	51,55	159,98
Dívida Bruta/Ativo total (%)	69	22,55	21,32	14,86	0	71,6	3,31	12,37	30,65	42,64
Dívida Bruta/Patrimônio Líquido (%)	69	117,152	46,64	339,02	-628,61	2616,06	0	21,62	112,75	246,73
Dívida Líquida Total	65	63,89	67,75	25,29	0	100	27,63	47,98	87,04	92,98
Dívida Total Bruta	69	1141276	438862,95	2283890,6	34	10256256	8589,45	92597,69	905437,45	2159001,2
Dívida Total Líquida	69	359479,82	10584,82	1533338,2	-1977302,5	7651485,8	-396913,38	-180422,62	249830,9	955433,85
EBITDA	71	695078,47	135237,39	1775499,8	-1427688,1	9035363,3	-25792,56	36275,22	416199,17	2624396,7
Estoques	80	623505,15	138483,59	1425941,6	0	9244180,6	0	1473,44	471545,95	1261460,7
Estrutura de Capital	69	36,06	33,94	31,55	-108,43	118,91	0,06	18,5	54,32	75,16
Exigível/Ativo (%)	69	67,29	63,69	46,67	5,23	360,3	30,38	43,01	81,19	94,15
Exigível/Patrimônio Líquido (%)	69	346,18	145,34	1116,67	-1758,37	8739,35	30,26	65,73	302,84	610,55
Exigível Total/Receita (%)	68	130,74	84,36	170,64	15,73	1053,58	33,18	52,41	125,39	293,73
Financiamento Curto Prazo	72	246771,34	71112,68	493881,68	0	2811541,6	0	12804,69	242304,19	6870022,5
Financiamento Longo Prazo	73	977318,24	70402,92	3320799,7	0	25357217	0	8772,92	352761	3037513
Fornecedores	80	770922,22	136640,96	2212282,6	0	17295215	11458,63	32380,11	569971,96	2098320,2
Giro do Ativo	79	0,87	0,66	0,89	0	5,19	0,15	0,34	1,06	1,88
Imobilizado	80	1537642,6	181685,86	3600951,5	0	18544721	5223,58	37696,93	705369,71	7532497,3
Investimento/Patrimônio Líquido (%)	62	1,77	0	7,39	0	54,54	0	0	0,18	3,57
Liquidez Corrente	69	2,53	1,71	3,04	0,36	18,5	0,82	1,1	2,83	4,85
Liquidez Geral	69	1,74	1,06	2,83	0,24	18,79	0,55	0,78	1,61	2,3
Lucro Bruto	69	1029225,9	289674,17	25083323	-75565,09	16689649	46024,24	146172,93	772214,64	2274323,8
Lucro Líquido	69	41220,94	50706,89	1853269,3	-12992347	4833391	-310857	-17593,8	152272,96	532780,89
Passivo Circulante	80	1863057,6	498923,74	4063626,6	15907,81	29642774	85656,46	197030,61	1655252,3	4377038,4
Passivo Não Circulante	80	2285505,8	427303,82	5645984,7	0	35436572	22422,16	104845,8	1263527,4	6444656,4
Passivo total	79	6023908,3	1368140,8	14247501	19285,11	88637636	139386,06	630913,19	3596346,4	15863623
Passivos partes Relacionadas ao Curto Prazo	69	55335	0	424063,21	0	352558,74	0	0	0	252338,33
Passivos partes Relacionadas ao Longo Prazo	80	44397,58	0	381289,25	0	3411334,1	0	0	0	2370,1
Patrimônio Líquido	69	1340016,4	617268,74	3940136,9	-16966351	18837311	54632,88	170630,02	1410715,3	3183478
Patrimônio Médio de Estoques	78	100,61	46,57	153,75	0	944,12	0	0,82	127,6	258,82
Quantidade de Ações	80	366511,32	161243,23	736253,94	91,65	5430057,1	11878,63	52868,47	296093,56	1142932,8
Realizável Longo Prazo	80	927375,8	122393,36	2689337,6	0	18488332	6118,86	32096,82	421915,02	2192721
Receita	69	6124106,6	875502,68	18229733	50131,3	97731218	216087,67	308211,7	2603982,2	6888018,9
Receita Financeira	76	114086,91	12954,92	374168,91	-4030,32	2976878,6	1156,58	3819,86	60957,27	204524,46
Rentabilidade do Ativo (%)	79	0,81	3,08	18,02	-113,37	27	-13,11	-2,98	8,79	13,82
Vendas por Ação	80	98,88	5,87	754,44	0	6758,97	1,28	3,59	16,14	38,32

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

4.2 Análise Univariada

De acordo com os objetivos específicos definidos na seção 1.3 os indicadores econômico-financeiros para determinação do risco de insolvência, segundo o modelo de Cox são identificados nas análises descritas a seguir.

A fim de identificar as covariáveis importantes para descrever a insolvência foi ajustado o modelo de Cox para cada índice de insolvência estudado, juntamente com uma das 90 variáveis explicativas. Para selecionar as variáveis, o primeiro passo foi ajustar o modelo de Cox com cada uma delas separadamente. As variáveis estatisticamente significativas, ao nível $\alpha = 0,25$, foram então selecionadas para compor o modelo final. Este nível, na análise separada, é recomendado por alguns autores na literatura, Mickey e Greenland (1989). Tais variáveis foram utilizadas no ajuste multivariado do Modelo de Cox cujos resultados são mostrados na seção 5.3.

Para o modelo de Altman, conforme Tabela 8, após a análise univariada do Modelo de Cox, foram selecionadas sete variáveis que apresentaram valor-p inferior a 0,25. Estas variáveis foram: alavancagem financeira, dívida líquida/dívida total, dívida líquida/patrimônio líquido, passivos com partes relacionadas ao curto prazo, passivos com partes relacionadas ao longo prazo, patrimônio médio de estoques e vendas por ação. A relevância dessas variáveis é importante no contexto do modelo de Altman, especialmente ao considerar a possível relação com a insolvência, sugerindo sua importância na identificação de potenciais riscos ou cenários de desempenho financeiro desfavorável.

Tabela 8 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Altman (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,987	0,010	0,194
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,625
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,000	0,001	0,743
Ativo Não Circulante	0,000	0,000	0,806
Ativo Total	1,000	0,000	0,724
Capital de Giro	1,000	0,000	0,881
Capital Social	1,000	0,000	0,774
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,528
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,713
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,818

Tabela 8 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Altman (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Despesas Financeira	1,000	0,000	0,903
Dívida Bruta/Ativo	1,005	0,009	0,572
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,000	0,312
Dívida Líquida/Dívida Total	0,990	0,006	0,082
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,999	0,001	0,235
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,884
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,479
EBITDA	1,000	0,000	0,697
Estoques	1,000	0,000	0,862
Estrutura de Capital	1,003	0,004	0,498
Exigível do Ativo	1,000	0,002	0,898
Exigível Total/Recebido	0,999	0,001	0,325
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,844
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,721
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,640
Fornecedores	1,000	0,000	0,868
Giro do Ativo	1,094	0,175	0,609
Imobilizado	1,000	0,000	0,712
Investimento/Patrimônio Líquido	1,012	0,016	0,446
Liquidez Corrente	1,009	0,044	0,840
Liquidez Geral	1,017	0,045	0,704
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,579
Lucro Líquido	1,000	0,000	0,808
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,712
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,738
Passivo Total	1,000	0,000	0,943
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,158
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,249
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,659
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,026
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,957
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,523
Receitas	1,000	0,000	0,903
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,583
Rentabilidade do Ativo	1,005	0,006	0,426
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,170

Fonte: Do autor (2023)

Para o modelo de Kanitz, após a análise univariada do Modelo de Cox, verifica-se pela Tabela 9, que foram selecionadas 6 variáveis que apresentaram valor-p inferior a 0,25. Estas variáveis foram: ativo fixo/patrimônio líquido, contas a receber de longo prazo, exigível total/recebido, giro do ativo, lucro bruto e passivos com partes relacionadas ao curto prazo. Cabe ressaltar que a presença dessas variáveis sugere sua relevância na predição dos eventos de insolvência, conforme estudos da análise.

Tabela 9 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Kanitz (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	1,006	0,037	0,866
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,739
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	0,969	0,025	0,208
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,713
Ativo Total	1,000	0,000	0,715
Capital de Giro	1,000	0,000	0,852
Capital Social	1,000	0,000	0,787
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,927
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,023
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,578
Despesas Financeira	1,000	0,000	0,802
Dívida Bruta/Ativo	1,001	0,046	0,979
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,002	0,948
Dívida Líquida/Dívida Total	0,990	0,027	0,698
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	1,001	0,003	0,881
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,762
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,802
EBITDA	1,000	0,000	0,326
Estoques	1,000	0,000	0,543
Estrutura de Capital	1,005	0,024	0,829
Exigível do Ativo	0,997	0,019	0,863
Exigível Total/Recebido	1,004	0,002	0,019
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,001	0,877
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,645
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,565
Fornecedores	1,000	0,000	0,546
Giro do Ativo	0,000	5,321	0,141
Imobilizado	1,000	0,000	0,358

Tabela 9 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Kanitz (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Investimento/Patrimônio Líquido	1,016	0,062	0,803
Liquidez Corrente	0,940	0,306	0,839
Liquidez Geral	0,998	0,222	0,994
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,141
Lucro Líquido	1,000	0,000	0,901
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,682
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,752
Passivo Total	1,000	0,000	0,697
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,108
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,825
Patrimônio	1,000	0,000	0,882
Patrimônio Médio de Estoques	0,964	0,042	0,389
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,623
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,872
Receitas	1,000	0,000	0,430
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,701
Rentabilidade do Ativo	0,989	0,022	0,610
Vendas por Ação	0,996	0,031	0,900

Fonte: Do autor (2023).

Para o modelo de Elizabetzky, após a análise univariada do Modelo de Cox, foram selecionadas quatro variáveis que apresentaram valor-p inferior a 0,25 conforme apresentado na Tabela 10. Estas variáveis foram: passivos com partes relacionadas ao curto prazo, passivos com partes relacionadas ao longo prazo, quantidade de ações e vendas por ação. Pode-se entender que a escolha dessas variáveis pode estar associada à identificação de indicadores que possam estar relacionados à probabilidade de insolvência, dada a natureza financeira das variáveis mencionadas.

Tabela 10 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Elizabetzky (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,990	0,011	0,371
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,518
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,000	0,002	0,883
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,873
Ativo Total	1,000	0,000	0,878
Capital de Giro	1,000	0,000	0,682
Capital Social	1,000	0,000	0,384
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,355

Tabela 10 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Elizabetsky (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,973
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,688
Despesas Financeira	1,000	0,000	0,822
Dívida Bruta/Ativo	1,007	0,011	0,529
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,000	0,444
Dívida Líquida/Dívida Total	1,001	0,007	0,850
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,999	0,001	0,258
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,943
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,671
EBITDA	1,000	0,000	0,914
Estoques	1,000	0,000	0,525
Estrutura de Capital	1,002	0,005	0,650
Exigível do Ativo	0,999	0,003	0,630
Exigível Total/Recebido	1,000	0,001	0,966
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,537
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,857
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,942
Fornecedores	1,000	0,000	0,371
Giro do Ativo	0,871	0,238	0,563
Imobilizado	1,000	0,000	0,811
Investimento/Patrimônio Líquido	1,003	0,024	0,891
Liquidez Corrente	1,007	0,053	0,898
Liquidez Geral	0,995	0,062	0,929
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,607
Lucro líquido	1,000	0,000	0,727
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,497
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,917
Passivo Total	1,000	0,000	0,989
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,062
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,130
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,705
Patrimônio Médio de Estoques	1,001	0,001	0,512
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,142
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,759
Receita	1,000	0,000	0,816

Tabela 10 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Elizabetsky (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,740
Rentabilidade do Ativo	1,007	0,008	0,342
Vendas por Ação	0,985	0,009	0,084

Fonte: Do autor (2023)

Para o modelo de Matias, destaca-se a seleção de três variáveis significativas pelo modelo de Matias, após a análise univariada do Modelo de Cox, com valores-p inferiores a 0,25. Como apresentado na Tabela 11, a inclusão das variáveis, nomeadas capital de giro, capital social e rentabilidade do ativo, revela a importância desses fatores no contexto da análise. É relevante observar que a escolha dessas variáveis pode ser crucial na compreensão de fenômenos relacionados ao desempenho da empresa, podendo influenciar a avaliação de riscos, como insolvência, e fornecer informações para estratégias de gestão financeira.

Tabela 11 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Matias (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	Valor-p
Alavancagem Financeira	0,996	0,009	0,656
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,648
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,001	0,002	0,813
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,675
Ativo Total	1,000	0,000	0,652
Capital de Giro	1,000	0,000	0,188
Capital Social	1,000	0,000	0,198
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,739
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,331
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,611
Despesas Financeiras	1,000	0,000	0,699
Dívida Bruta/Ativo	1,012	0,014	0,403
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,000	0,617
Dívida Líquida/Dívida Total	1,000	0,008	0,960
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	1,000	0,001	0,783
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,566
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,591
EBITDA	1,000	0,000	0,827
Estoques	1,000	0,000	0,480

Tabela 11 – Ajuste univariado do modelo de Cox para o indicador de Matias (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	Valor-p
Estrutura de Capital	1,000	0,006	0,310
Exigível do Ativo	0,997	0,004	0,468
Exigível Total/Recebido	1,000	0,001	0,913
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,574
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,966
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,923
Fornecedores	1,000	0,000	0,675
Giro do Ativo	1,281	0,221	0,262
Imobilizado	1,000	0,000	0,529
Investimento/Patrimônio Líquido	1,020	0,018	0,285
Liquidez Corrente	0,945	0,085	0,501
Liquidez Geral	0,878	0,151	0,386
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,747
Lucro Líquido	1,000	0,000	0,633
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,809
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,806
Passivo Total	1,000	0,000	0,550
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,322
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,650
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,383
Patrimônio Médio de Estoques	1,001	0,001	0,495
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,746
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,890
Receitas	1,000	0,000	0,625
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,810
Rentabilidade do Ativo	1,017	0,012	0,167
Vendas por Ação	0,999	0,004	0,824

Fonte: Do autor (2023)

Para o modelo de Albadi foram selecionadas cinco variáveis cujo valor-p foi inferior a 0,25 após a análise univariada do Modelo de Cox. Essas variáveis são fundamentais para entender e avaliar o indicador. De acordo com a Tabela 12, as variáveis selecionadas foram: alavancagem financeira, dívida líquida/dívida total, passivos com partes relacionadas ao curto prazo, patrimônio médio de estoques e vendas por ação. No contexto de insolvência, é fundamental observar como essas variáveis podem influenciar ou indicar o risco de insolvência em uma determinada situação financeira.

Tabela 12 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Albadi (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,989	0,009	0,214
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,609
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,000	0,001	0,854
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,812
Ativo Total	1,000	0,000	0,721
Capital de Giro	1,000	0,000	0,872
Capital Social	1,000	0,000	0,654
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,545
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,816
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,718
Despesas Financeiras	1,000	0,000	0,793
Dívida Bruta/Ativo	1,004	0,004	0,641
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,000	0,292
Dívida Líquida/Dívida Total	0,992	0,005	0,147
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,999	0,001	0,276
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,983
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,704
EBITDA	1,000	0,000	0,968
Estoques	1,000	0,000	0,997
Estrutura de Capital	1,003	0,004	0,456
Exigível do Ativo	1,000	0,002	0,977
Exigível Total/Recebido	1,000	0,001	0,554
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,328
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,611
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,533
Fornecedores	1,000	0,000	0,798
Giro do Ativo	1,132	0,149	0,404

Tabela 12 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Albadi (conclusão).

Covariável	RR	Erro- Padrão	valor-p
Imobilizado	1,000	0,000	0,720
Investimento/Patrimônio Líquido	1,012	0,015	0,455
Liquidez Corrente	0,994	0,046	0,994
Liquidez Geral	1,006	0,046	0,903
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,788
Lucro líquido	1,000	0,000	0,921
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,703
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,669
Passivo Total	1,000	0,000	0,974
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,186
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,284
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,853
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,061
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,393
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,497
Receitas	1,000	0,000	0,815
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,525
Rentabilidade do Ativo	1,006	0,006	0,311
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,206

Fonte: Do autor (2023)

Os resultados mostrados na Tabela 13, treze variáveis exibiram valor-p inferior a 0,25 após a análise univariada do Modelo de Cox, foram selecionadas para o modelo de Sanvicente e Mainardi (Samin). Estas variáveis foram: alavancagem financeira, ativo circulante, dívida bruta/patrimônio, dívida líquida/dívida total, dívida líquida/patrimônio líquido, financiamento de curto prazo, passivos com partes relacionadas ao curto prazo, passivos com partes relacionadas ao longo prazo, patrimônio médio de estoques, realizável a longo prazo, receitas financeiras, rentabilidade do ativo e vendas por ação. A inclusão destas variáveis no modelo ressalta a importância de aspectos financeiros fundamentais na avaliação de desempenho financeiro empresarial, reforçando a necessidade de considerar fatores como insolvência ao realizar análises mais criteriosa pelo gestor financeiro.

Tabela 13 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Samin (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,974	0,016	0,092
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,207
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,000	0,002	0,836
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,481
Ativo Total	1,000	0,000	0,338
Capital de Giro	1,000	0,000	0,617
Capital Social	1,000	0,000	0,819
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,252
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,734
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,352
Despesas Financeiras	1,000	0,000	0,303
Dívida Bruta/Ativo	0,998	0,011	0,881
Dívida Bruta/Patrimônio	0,999	0,001	0,232
Dívida Líquida/Dívida Total	0,991	0,007	0,161
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,998	0,001	0,105
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,501
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,931
EBITDA	1,000	0,000	0,668
Estoques	1,000	0,000	0,460
Estrutura de Capital	1,004	0,006	0,518
Exigível do Ativo	0,998	0,003	0,471
Exigível Total/Recebido	1,000	0,001	0,592
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,272
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,199
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,261
Fornecedores	1,000	0,000	0,457
Giro do Ativo	1,000	0,219	0,823
Imobilizado	1,000	0,000	0,319
Investimento/Patrimônio Líquido	1,018	0,015	0,259
Liquidez Corrente	1,024	0,045	0,594
Liquidez Geral	1,035	0,044	0,436
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,450
Lucro líquido	1,000	0,000	0,773
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,325
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,355
Passivo Total	1,000	0,000	0,668

Tabela 13 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Samin (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,052
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,111
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,337
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,080
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,762
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,178
Receitas	1,000	0,000	0,411
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,214
Rentabilidade do Ativo	1,015	0,011	0,170
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,055

Fonte: Do autor (2023)

A análise univariada do Modelo de Cox, possibilitou a seleção de cinco variáveis, cujo valor-p inferior a 0,25 de acordo com o indicador de Silva, como mostra a Tabela 14 as variáveis selecionadas foram: alavancagem financeira, dívida líquida/dívida total, passivos com partes relacionadas ao curto prazo, patrimônio médio de estoques e vendas ação. Essa abordagem ressalta a importância dessas variáveis na análise, sugerindo que elas desempenham um papel essencial na compreensão de fatores associados à insolvência, um aspecto que pode ser de grande relevância para avaliações financeiras e tomadas de decisão no contexto do Modelo de Cox.

Tabela 14 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Silva (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,989	0,009	0,214
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,609
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,000	0,001	0,854
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,812
Ativo Total	1,000	0,000	0,721
Capital de Giro	1,000	0,000	0,872
Capital Social	1,000	0,000	0,654
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,545
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,816
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,718
Despesas Financeiras	1,000	0,000	0,793
Dívida Bruta/Ativo	1,004	0,009	0,641
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,000	0,292

Tabela 14 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Silva (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Dívida Líquida/Dívida Total	0,992	0,005	0,147
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,999	0,001	0,276
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,983
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,704
EBITDA	1,000	0,000	0,968
Estoques	1,000	0,000	0,997
Estrutura de Capital	1,003	0,004	0,456
Exigível do Ativo	1,000	0,002	0,977
Exigível Total/Recebido	1,000	0,001	0,554
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,328
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,611
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,533
Fornecedores	1,000	0,000	0,798
Giro do Ativo	1,132	0,149	0,404
Imobilizado	1,000	0,000	0,720
Investimento/Patrimônio Líquido	1,012	0,015	0,455
Liquidez Corrente	0,994	0,046	0,887
Liquidez Geral	1,006	0,046	0,903
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,788
Lucro líquido	1,000	0,000	0,921
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,703
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,669
Passivo Total	1,000	0,000	0,974
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,186
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,284
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,853
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,061
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,393
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,497
Receitas	1,000	0,000	0,815
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,525
Rentabilidade do Ativo	1,006	0,006	0,311
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,206

Fonte: Do autor (2023)

A análise univariada do Modelo de Cox, para o modelo de Kasznar, levou a seleção de seis variáveis que apresentaram valor-p inferior a 0,25. De acordo com a Tabela 15, essas variáveis foram: ativo fixo/patrimônio líquido, dívida líquida/dívida total, passivos com partes relacionadas ao curto prazo, passivos com partes relacionadas ao longo prazo, patrimônio médio de estoques e vendas ação. A abordagem na escolha dessas variáveis sugere sua importância na modelagem do modelo de Kasznar no contexto analisado, possivelmente relacionado a fatores como liquidez, endividamento e desempenho financeiro. Tais considerações ganham relevância em cenários empresariais, especialmente quando se busca compreender e antecipar sinais de insolvência.

Tabela 15 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Kasznar (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,993	0,009	0,416
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,773
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,002	0,001	0,232
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,798
Ativo Total	1,000	0,000	0,780
Capital de Giro	1,000	0,000	0,869
Capital Social	1,000	0,000	0,849
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,612
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,814
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,907
Despesas Financeiras	1,000	0,000	0,898
Dívida Bruta/Ativo	1,009	0,009	0,409
Dívida Bruta/Patrimônio	1,000	0,000	0,614
Dívida Líquida/Dívida Total	0,987	0,006	0,018
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	1,000	0,001	0,670
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,662
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,295
EBITDA	1,000	0,000	0,724
Estoques	1,000	0,000	0,850
Estrutura de Capital	1,004	0,004	0,345
Exigível do Ativo	1,001	0,002	0,729
Exigível Total/Recebido	1,000	0,001	0,795
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,639
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,956
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,808
Fornecedores	1,000	0,000	0,958
Giro do Ativo	1,069	0,187	0,722
Imobilizado	1,000	0,000	0,615
Investimento/Patrimônio Líquido	1,017	0,015	0,264

Tabela 15 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Kasznar (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Liquidez Corrente	0,995	0,050	0,928
Liquidez Geral	1,019	0,046	0,686
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,676
Lucro Líquido	1,000	0,000	0,804
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,899
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,732
Passivo Total	1,000	0,000	0,900
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,125
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,191
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,679
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,025
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,872
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,736
Receitas	1,000	0,000	1,000
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,718
Rentabilidade do Ativo	1,004	0,006	0,489
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,131

Fonte: Do autor (2023)

A Tabela 16 mostra que foram selecionadas nove variáveis cujo valor-p foi inferior a 0,25 para o indicador de Scarpel no ajuste univariado do Modelo de Cox. Estas variáveis foram: alavancagem financeira, estrutura de capital, giro do ativo, liquidez corrente, liquidez geral, passivos com partes relacionadas ao curto prazo, passivos com partes relacionadas ao longo prazo, rentabilidade do ativo e vendas por ação. A inclusão dessas variáveis sugere que aspectos como a estrutura financeira, eficiência operacional e desempenho econômico são considerados no contexto do Modelo de Cox. Além disso, é importante notar que a seleção dessas variáveis pode ter implicações relevantes para a avaliação financeira e, potencialmente, para a previsão de eventos como insolvência.

Tabela 16 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Scarpel (continua).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,976	0,021	0,242
Ativo Circulante	1,000	0,000	0,323
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	1,001	0,002	0,745
Ativo Não Circulante	1,000	0,000	0,519
Ativo Total	1,000	0,000	0,417
Capital de Giro	1,000	0,000	0,602
Capital Social	1,000	0,000	0,414

Tabela 16 - Ajuste univariado do modelo de Cox para o modelo de Scarpel (conclusão).

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Contas a Receber de Curto Prazo	1,000	0,000	0,277
Contas a Receber de Longo Prazo	1,000	0,000	0,516
Custo dos Produtos Vendidos	1,000	0,000	0,694
Despesas Financeiras	1,000	0,000	0,460
Dívida Bruta/Ativo	1,007	0,012	0,577
Dívida Bruta/Patrimônio	0,999	0,001	0,460
Dívida Líquida/Dívida Total	0,993	0,008	0,346
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,998	0,001	0,272
Dívida Total Bruta	1,000	0,000	0,503
Dívida Total Líquida	1,000	0,000	0,617
EBITDA	1,000	0,000	0,538
Estoques	1,000	0,000	0,666
Estrutura de Capital	1,013	0,007	0,066
Exigível do Ativo	1,003	0,003	0,391
Exigível Total/Recebido	0,999	0,002	0,414
Exigível/Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,638
Financiamento de Curto Prazo	1,000	0,000	0,352
Financiamento de Longo Prazo	1,000	0,000	0,563
Fornecedores	1,000	0,000	0,533
Giro do Ativo	1,292	0,173	0,139
Imobilizado	1,000	0,000	0,273
Investimento/Patrimônio Líquido	0,997	0,029	0,928
Liquidez Corrente	0,736	0,188	0,104
Liquidez Geral	0,600	0,326	0,117
Lucro Bruto	1,000	0,000	0,295
Lucro Líquido	1,000	0,000	0,965
Passivo Circulante	1,000	0,000	0,435
Passivo Não Circulante	1,000	0,000	0,334
Passivo Total	1,000	0,000	0,717
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,197
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	1,000	0,000	0,188
Patrimônio Líquido	1,000	0,000	0,564
Patrimônio Médio de Estoques	1,001	0,001	0,248
Quantidade de ações	1,000	0,000	0,658
Realizável a Longo Prazo	1,000	0,000	0,570
Receitas	1,000	0,000	0,570
Receitas Financeiras	1,000	0,000	0,576
Rentabilidade do Ativo	1,021	0,017	0,218
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,153

Fonte: Do autor (2023)

Conforme o Quadro 6, os modelos mencionados apresentam uma variedade de abordagens em suas fórmulas, refletindo a diversidade de critérios considerados para avaliação. O modelo Altman incorpora sete variáveis, evidenciando uma análise mais abrangente. Albadi, por sua vez, utiliza cinco variáveis, indicando uma abordagem com cinco variáveis. Elizabetsky e Silva empregam quatro e cinco variáveis, respectivamente. Os modelos Kanitz e Kasznar compartilham uma abordagem cada um com seis variáveis, com seis variáveis cada. Matias apenas com três variáveis, enquanto Savicente e Minardi adotam uma abordagem com treze variáveis. Scarpel com nove variáveis. Em resumo, a diversidade no número de variáveis reflete diferentes perspectivas e enfoques na avaliação desses modelos.

Quadro 6 - Resumo das variáveis contábeis (continua).

Modelo	Nº variáveis	Variáveis	Valor-p
Altman	7	Alavancagem Financeira	0,194
		Dívida Líquida/Dívida Total	0,082
		Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,235
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,158
		Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	0,249
		Patrimônio Médio de Estoques	0,026
		Vendas por Ação	0,170
Albadi	5	Alavancagem Financeira	0,214
		Dívida Líquida/Dívida Total	0,147
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,186
		Patrimônio Médio de Estoques	0,061
		Vendas por Ação	0,206
Elizabetsky	4	Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,062
		Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	0,130
		Quantidade de Ações	0,142
		Vendas por Ação	0,084
Kanitz	6	Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	0,208
		Contas a Receber de Longo Prazo	0,028
		Exigível Total/Recebido	0,019
		Giro do Ativo	0,141
		Lucro Bruto	0,141
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,108

Quadro 6 - Resumo das variáveis contábeis (continua).

Modelo	Nº variáveis	Variáveis	Valor-p
Kasznar	6	Ativo Fixo/Patrimônio Líquido	0,232
		Dívida Líquida/Dívida Total	0,018
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,125
		Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	0,191
		Patrimônio Médio de Estoques	0,025
		Vendas por Ação	0,131
Matias	3	Capital de Giro	0,188
		Capital Social	0,198
		Rentabilidade do Ativo	0,167
Samin	13	Alavancagem Financeira	0,092
		Ativo Circulante	0,207
		Dívida Bruta/Patrimônio	0,232
		Dívida Líquida/Dívida Total	0,161
		Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,105
		Financiamento de Curto Prazo	0,199
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,052
		Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	0,111
		Patrimônio Médio de Estoques	0,080
		Realizável a Longo Prazo	0,178
		Receitas Financeiras	0,214
		Rentabilidade do Ativo	0,170
		Vendas por Ação	0,055
Scarpel	9	Alavancagem Financeira	0,242
		Estrutura de Capital	0,066
		Giro do Ativo	0,139
		Liquidez Corrente	0,104
		Liquidez Geral	0,117
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,197
		Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	0,188
		Rentabilidade do Ativo	0,218
		Vendas por Ação	0,153
Silva	5	Alavancagem Financeira	0,214
		Dívida Líquida/Dívida Total	0,147
		Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,186
		Patrimônio Médio de Estoques	0,061
		Vendas por Ação	0,206

Fonte: Do autor (2023)

O Quadro 7 mostra as variáveis, que na análise univariada, se apresentaram de maneira repetida para os diferentes indicadores. A análise econômico-financeira apresentada revela uma variedade de variáveis contábeis importantes para avaliar a saúde financeira de diversas empresas. Entre os valores-p, destacam-se a alavancagem financeira, que para os indicadores de Altman e Scarpel apresentam valores-p iguais a 0,194 e 0,242, respectivamente. No tocante à relação Ativo Fixo/Patrimônio Líquido, observa-se que Kanitz e Kasznar exibem valores-p de 0,208 e 0,232. A análise de Dívida Líquida/Dívida Total revela diferentes perfis, com destaque para Kasznar, cujo valor-p é de 0,018. A relação Dívida Líquida/Patrimônio Líquido também é relevante, evidenciando, por exemplo, que Altman e Samin possuem valores-p de 0,235 e 0,105. O Giro do Ativo, analisado por Kanitz e Scarpel, mostra valores-p de 0,141 e 0,139. A avaliação dos Passivos com Partes Relacionadas ao Curto e Longo Prazo evidenciam variações significativas entre as empresas analisadas. O Patrimônio Médio de Estoques destaca-se com valores-p distintos, como 0,026 para Altman e 0,080 para Samin. As métricas de Rentabilidade do Ativo com Scarpel apresentou valor-p igual a 0,218. Finalmente, as Vendas por Ação revelam diferentes cenários, com Elizabetsky apresentando 0,084 e Silva registrando 0,205. Essas variáveis oferecem uma visão abrangente das condições financeiras para avaliar a previsão de insolvência nas empresas.

Quadro 7 - Variáveis estatisticamente significativas na análise univariada e repetidas para os diferentes modelos

Variáveis	Altman	Albadi	Elizabetsky	Kanitz	Kasznar	Matias	Samin	Scarpel	Silva
Alavancagem Financeira	0,194	0,214					0,092	0,242	0,214
Ativo Fixo/Patrimônio Líquido				0,208	0,232				
Dívida Líquida/Dívida Total	0,082	0,147			0,018		0,161		0,147
Dívida Líquida/Patrimônio Líquido	0,235						0,105		
Giro do Ativo				0,141				0,139	
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	0,158	0,186	0,062	0,108	0,125		0,052	0,197	0,186
Passivos com Partes Relacionadas ao Longo Prazo	0,249		0,130		0,191		0,111	0,188	
Patrimônio Médio de Estoques	0,026	0,061			0,025		0,080		0,061
Rentabilidade do Ativo						0,167	0,170	0,218	
Vendas por Ação	0,170	0,206	0,084		0,131			0,153	0,205

Fonte: Do autor (2023)

Fatores podem contribuir para a insolvência, incluindo alta alavancagem financeira, cuidado na gestão de ativos, baixo patrimônio líquido, e administração das dívidas líquidas e totais. O giro do ativo e a eficiência operacional desempenham um papel essencial na capacidade de gerar receita. Passivos com partes relacionadas podem dificultar a situação, indicando possíveis conflitos de interesses, gerando a insolvência.

4.3 Análise dos Modelos Finais

De acordo com os objetivos específicos definidos na seção 1.3, foram analisadas as variáveis que apresentaram maior risco na ocorrência de previsão de insolvência.

Nesta seção, após a utilização das técnicas de construção de modelo (COLLETT, 1994), são apresentados os modelos finais ajustados, para cada um dos nove modelos considerados neste trabalho para caracterizar a previsão de insolvência.

Para o modelo de Altman observa-se pela Tabela 17 que a taxa de insolvência em empresas aumenta de 1,004 para cada aumento de mil reais no patrimônio médio de estoques.

Tabela 17 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Altman

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Patrimônio Médio de Estoques	1,004	0,001	0,034

Fonte: Do autor (2023)

De acordo com o modelo de Albadi, verifica-se pela Tabela 18 que a taxa de insolvência em empresas aumenta de 1,002 para cada aumento de mil reais no patrimônio médio de estoques. Em relação ao passivo com partes relacionadas ao curto prazo o risco é igual, ou seja, esse indicador não difere das empresas insolventes com solventes.

Tabela 18 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Albadi

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,070
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,049

Fonte: Do autor (2023)

Ao se utilizar o modelo de Elizabetsky, a Tabela 19 mostra que a taxa de insolvência em empresas não apresentou diferença (valor-p = 0,062) para o patrimônio médio de estoques.

Tabela 19 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Elizabetsky

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Patrimônio Médio de Estoques	1,000	0,000	0,062

Fonte: Do autor (2023)

O número de eventos não foi suficiente para ajustar o modelo de Cox multivariado para o modelo de Kanitz, ou seja, o número de empresas definidas como insolventes utilizando o indicador de Kanitz não permitiu a construção do modelo. Na amostra estudada ao se utilizar o modelo de Kanitz não houve número de empresas solvente e insolventes, desejável para construção do modelo Cox, ou seja, não se tinha um número necessário de eventos.

O modelo de Kasznar mostrou que uma diminuição do quociente Dívida Líquida/Dívida Total faz com que a taxa de insolvência das empresas reduza de 0,014 (1,4%) como pode ser observado na Tabela 20. Entretanto, apesar de ser significativo (valor-p = 0,047), os Passivos com Partes Relacionados ao Curto Prazo não diferenciam as empresas solventes das insolventes sendo o risco igual para ambas (RR = 1,000).

Tabela 20 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Kasznar

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Dívida Líquida/Dívida Total	0,986	0,000	0,011
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,047

Fonte: Do autor (2023)

A Tabela 21, de acordo com o modelo de Matias, ainda que a covariável Rentabilidade do Ativo tenha permanecido no modelo de Cox final pelo método *stepwise*, não há interpretação prática uma vez que o valor-p foi superior a 0,05.

Tabela 21 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Matias

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Rentabilidade do Ativo	***	0,013	0,153

Fonte: Do autor (2023)

Uma diminuição da alavancagem financeira faz com que a taxa de insolvência das empresas reduza de 0,032 (3,2%) para o modelo de Samin como mostrado na Tabela 22. Verifica que ainda que o valor-p seja superior a 5%, ao se ajustar o modelo multivariado, a covariável apresentou importância na caracterização de insolvência para as empresas estudadas. Por outro lado, em relação ao passivo com partes relacionadas ao curto prazo o risco é igual, mesmo com valor-p igual a 0,036, a covariável não possibilitou diferenciar empresas insolventes de empresas solventes.

Tabela 22 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Samin

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Alavancagem Financeira	0,968	0,017	0,064
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,036

Fonte: Do autor (2023)

Para o modelo de Scarpel, o modelo de Cox obtido pelo método *stepwise* não apresentou covariáveis significativas ao nível de 5%. Sendo assim, nesta situação, não se deve realizar a interpretação dos resultados o que impossibilita a interpretação prática do modelo de Cox obtido na Tabela 23.

Tabela 23 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Scarpel

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Liquidez Geral	0,542	0,360	0,089
Vendas por Ação	1,000	0,000	0,080

Fonte: Do autor (2023)

De acordo com o modelo de Silva na Tabela 24, a taxa de insolvência em empresas aumenta de 1,002 para cada aumento de mil reais no patrimônio médio de estoques. Em relação ao passivo com partes relacionadas ao curto prazo o risco é igual, ou seja, esse modelo não difere das empresas insolventes com solventes.

Tabela 24 - Ajuste final do modelo de Cox para o modelo de Silva

Covariável	RR	Erro-Padrão	valor-p
Patrimônio Médio de Estoques	1,002	0,001	0,049
Passivos com Partes Relacionadas ao Curto Prazo	1,000	0,000	0,070

Fonte: Do autor (2023)

Os modelos representativos para prever insolvência por meio do modelo Cox foram os desenvolvidos por Altman e Kasznar. Os demais, embora exibissem variáveis estatisticamente significativas, também incluíam variáveis com valor-p superior a 5%.

Observou-se que as variáveis (indicadores econômico-financeiros) Patrimônio Médio de Estoques, o quociente Dívida Líquida/Dívida Total e os Passivos com Partes Relacionados ao Curto Prazo além de apresentarem significância estatística para os modelos de Altman e Kasznar se mostraram significativas para outros modelos. É importante ressaltar que alavancagem financeira, liquidez geral e vendas por ação, apesar de não apresentarem significância estatística ao nível de 5%, porém tiveram valor-p inferior a 0,10, seriam indicadores a serem considerados em outros estudos. Talvez o tamanho da amostra ou o número de eventos de interesse neste estudo tenham limitado a capacidade explicativa de tais variáveis apesar da importância das mesmas na caracterização de insolvência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao estabelecer como objetivo geral, as considerações finais deste estudo refletem a relevância e a abrangência das análises realizadas utilizando o modelo de regressão de Cox para a previsão de insolvência em empresas brasileiras listadas na B3.

Os modelos que apresentaram melhores ajustes para o modelo de Cox foram Altman e Kasznar. Para esses dois modelos as covariáveis presentes no modelo foram estatisticamente significativas ao nível de 5%. Para os demais modelos os resultados das análises estatísticas mostraram que apesar do grande número de covariáveis utilizadas neste trabalho a maioria delas não contribuiu de maneira significativa para entender a insolvência das empresas por meio do modelo de Cox. Uma possível justificativa para este fato pode ser um número e eventos na amostra estudada ou mesmo os critérios de insolvência utilizados.

Dentre as covariáveis que apresentaram significância estatística nos modelos ajustados, o patrimônio médio de estoques e o passivo com partes relacionadas ao curto prazo, permaneceram no ajuste do modelo final para vários indicadores de insolvência.

Além das duas covariáveis citadas anteriormente, tem-se a alavancagem financeira, o quociente dívida líquida/dívida total, a liquidez geral e a venda por ações como outras covariáveis preditoras de insolvência nesta amostra ao se utilizar o modelo de Cox neste estudo.

O quociente entre dívida líquida e dívida total apresentou significância estatística para o modelo de Kasznar. Esse resultado corrobora com a caracterização de insolvência uma vez que tal quociente representa o grau de endividamento da empresa.

Quando se utilizou o modelo de Scarpel para insolvência a covariável liquidez financeira não se mostrou estatisticamente significativa no ajuste multivariado do modelo de Cox. De maneira similar, a venda por ações também não se mostrou uma covariável significativa pelo ajuste do modelo de Cox. Ambos os resultados obtidos levam a concluir que talvez o número de eventos não tenha possibilitado um melhor ajuste ainda que as covariáveis representem indicadores importantes para descrever a situação econômico-financeira da empresa.

Para estudos futuros, considerar a implementação de uma abordagem estatística alternativa, como o modelo de Cox, pode representar uma perspectiva na análise de dados na área financeira. Este método, baseado no modelo de riscos proporcionais, pode ser eficiente

para examinar eventos temporais, o que pode ser fundamental ao investigar variáveis financeiras dinâmicas.

REFERÊNCIAS

- ABBASIAN, Ezatollah; YEHEA NEMER, Ali. Investigating the recession sustainability of main industries in Tehran stock exchange: using Cox regression. **Iranian Journal of Economic Studies**, v. 5, n. 1, p. 101-116, 2017.
- ALY, I. M.; BARLOW, H. A. & JONES, R. W. The Usefulness of SFAS N.º 82 (Current Cost) **Information in Discriminating Business Failure: An Empirical Study**. **Journal of Accounting, Auditing and Finance**, 7(2), 217-229, 1992.
- ALTMAN, E., **Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy**, **Journal of Finance**, 1968.
- ALTMAN, Edward I.; BAIDYA, Tara KN; DIAS, Luiz Manoel Ribeiro. **Previsão de problemas financeiros em empresas**. **Revista de administração de empresas**, v. 19, n. 1, p. 17-28, 1979.
- ALTMAN, E. I. **Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy**. **The Journal of Finance**, 23(4), 589-609, 1968.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor** 7ª. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- ALVES, Marleide F.; LOTUFO, Anna Diva P.; LOPES, Mara Lúcia M. Seleção de variáveis stepwise aplicadas em redes neurais artificiais para previsão de demanda de cargas elétricas. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 1, n. 1, 2013.
- ALVES, Karina Lumena de Freitas; KALATZIS, Aquiles Elie Guimarães; MATIAS, Alberto Borges. **Análise de Sobrevivência de Bancos Privados no Brasil**. In: 9º Encontro Brasileiro de Finanças, 07.2009, São Leopoldo - RS.
- APPOLINÁRIO, F. B. **Metodologia Científica**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- ASSIS, J.P. SOUSA, R. P. DIAS, C.T. **Glossário de estatística**. Mossoró: Editora Universitária, 2019.
- AZIZ, MA; DAR, HA **Prevendo falência corporativa: onde estamos? Governança Corporativa: O jornal internacional de negócios na sociedade**, v. 6, n. 1, p. 18-33, 2006.
- BABA, N.; GOKO, H. **Survival analysis of hedge funds**. Tokyo: Bank of Japan, 2006. (Working Paper, 06-E-05).
- BARBOSA-FILHO, Nelson H. Resultado primário, dívida líquida e dívida bruta: um modelo contábil. **a ser publicado no livro Ensaios IBRE**, 2014.
- BASTOS J, ROCHA C. **Análise de sobrevivência: Conceitos Básicos**. **Arq Med**. 2006;20 (5-6):185-7. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/am/v20n5-6/v20n5-6a07.pdf> Acessado em: 28/11/2022.

BEAVER, W.H. (1966) Financial Ratios as Predictors of Failure. **Journal of Accounting Research**, 4, 71-111.

BELL, B. T., RIBAR, G. R., & VERCHIO, J. R. (1990). **Neural nets vs. logistic regression: a comparison of each model's ability to predict commercial bank failures**. Actes du Congrès International de Comptabilité (Tome 1), Nice, França.

BEZERRA, E. S., LAGIOIA, U. C. T., & PEREIRA, M. L. (2019). **Indicadores Financeiros, Macroeconômicos e de Governança Corporativa na Previsão de Insolvência em Empresas da B3**. *Journal of Accounting, Management and Governance*, 22 (3), 405-422. http://dx.doi.org/10.21714/1984-3925_2019v22n3a6 Acessado em 25/07/2023.

BLUM, M. **Failing Company Discriminant Analysis**. *Journal of Accounting Research*, 12(1), 1-25, 1974.

CARVALHO MS, ANDREOZZI VL, CODECO CL, et al. **Análise de Sobrevida: Teoria e Aplicações em Saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005.

CHANG, Te-Min; HSU, Ming-Fu. Integration of incremental filter-wrapper selection strategy with artificial intelligence for enterprise risk management. **International Journal of Machine Learning and Cybernetics**, v. 9, n. 3, p. 477-489, 12 maio 2016. Springer Science and Business Media LLC.

CHARITOU, A., NEOPHYTOU, E. & CHARALAMBOUS, C. **Predicting Corporate Failure: Empirical Evidence for the UK**. *European Accounting Review*, 13(3), 465- 497, 2004.

CICOGNA, Maria Paula Vieira; JUNIOR, Rudinei Toneto; DO VALLE, Maurício Ribeiro. O impacto da adesão a padrões mais elevados de governança sobre o financiamento empresarial. **Revista de Administração**, v. 42, n. 1, p. 52-63, 2007.

COLLETT, D. **Modelling Survival Data in Medical Research**. Chapman and Hall, London, 1994.

COLOSIMO, E.A. GIOLO A.R. **Análise de sobrevivência aplicada**. São Paulo: Blucher, 2006.

COX, D. R. (1972). Regression models and life-tables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 34(2), 187-202.

COX, Raymond AK; KIMMEL, Randall K.; WANG, Grace WY. Proportional hazards model of bank failure: evidence from USA. **Journal of Economic & Financial Studies**, v. 5, n. 3, p. 35-45, 2017.

DINIZ, André et al. Custos fiscais da política monetária: os efeitos indiretos de um choque de juros sobre a dívida líquida do setor público. **Anais do XLI Encontro Nacional de Economia da ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia**, 2014.

ECONOMÁTICA: banco de dados. Disponível em: <http://www.economica.com.br/index_fla.htm> Acesso em: 08 set. 2023.

EIFERT, Daniel Soares. **Análise quantitativa na concessão de crédito versus inadimplência: um Estudo Empírico**. Porto Alegre: UFRS, 2003. Dissertação (Mestrado em Administração), Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/3533> Acesso em 28 de julho de 2023.

ELIZABETSKY, Roberto. **Um modelo matemático para decisões de crédito no banco comercial**. 1976. 190 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 1976.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. Elsevier Brasil, 2017.

FITZPATRICK, P. A. **A comparison of the ratios of the successful industrial enterprises with those of failed companies**. Washigton: The Accountants Publishing Company. 1932.

FRYDMAN, H., ALTMAN, E. I. & KAO, D.-L. **Introducing Recursive Partitioning for Financial Classification: The Case of Financial Distress**. The Journal of Finance, 40(1), 269-291, 1985.

GEHRLEIN, W.V. & WAGNER, B.J. (1997). **A two-stage least cost credit scoring model**. Annals of Operations Research, 74, 159-171.

GENTRY, J. A., NEWBOLD, P. & WHITFORD, D. T. **Classifying Bankruptcy Firms with Funds Flow Components**. Journal of Accounting Research, 23(1), 146- 160, 1985.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. **Princípios de administração financeira**. 12. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

GRICE, J. S. & DUGAN, M. T. **The Limitations of Bankruptcy Prediction Models: Some Cautions for the Researcher**. Review of Quantitative Finance and Accounting, 17, 151-166, 2001.

HSIAO, Cheng, **Panel Data Analysis - Advantages and Challenges**, IEPR Working Papers, Institute of Economic Policy Research (IEPR), 2006.

HOMENAGEM a **Sir David Cox** https://www.confec.org.br/homenagem_sir_david_cox.pdf, acesso em 19/04/2022.

HORTA, R. A. M.; ALVES, F. J. dos S.; BORGES, C. C. H.; RODRIGUES, A. **descontinuidade de empresas brasileiras do setor de material básico: no período compreendido pré e pós a crise do subprime** / Discontinuance of brazilian companies of basic materials sector: the period pre and post the subprime crisis. Race - Revista de Administração, Contabilidade e Economia, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 171–196, 2014. DOI: 10.18593/race.v14i1.4760. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/race/article/view/4760>. Acesso em: 28 jul. 2023.

IUDÍCIBUS, S. de. Teoria da Contabilidade. Editora Atlas, 2010.

JAIN, B. A.; MARTIN JUNIOR, C. L. The association between audit quality and post-IPO performance: a survival analysis approach. **Review of Accounting & Finance**, Bingley, v. 4, n. 4, p. 50-75, 2005.

JANOT, M. M. **Modelos de Previsão de Insolvência Bancária no Brasil**. *Working Paper Series Do Banco Central*, 13, 1–41, 2001.

KANITZ, S. C. **Como prever falências**. São Paulo: McGraw Hill, 1978.

KANITZ, S.C. Como Prever Falências de Empresas. **Revista Negócios em Exame** – dezembro 1974 – Páginas 95 a 102 <https://pt.scribd.com/document/61123852/EXAME-ComoPreverFalenciaEmpresa-Kanitz#> acesso em 07/04/2023.

KASZNAR, Istvan Karoly. **Falência e concordata de empresas modelo teóricos e estudos empíricos**. 1986. 225 f. Dissertação (Mestrado em economia) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1986.

KOH, H. C. & TAN, S. S. **A Neural Network Approach to the Prediction of Going Concern Status**. *Accounting and Business Research*, 29(3), 211-216, 1999.

LAITINEN, E. K. Survival analysis and financial distress prediction: finnish evidence. **Review of Accounting & Finance**, Bingley, v. 4, n. 4, p. 76-90, 2005.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 4. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2010.

LANE, William R.; LOONEY, Stephen W.; WANSLEY, James W. Uma aplicação do modelo de riscos proporcionais de Cox à falência de bancos. **Journal of Banking & Finance**, v. 10, n. 4, pág. 511-531, 1986.

LEDWON, Andreas V.; JÄGER, Clemens C. Cox proportional hazards regression analysis to assess default risk of german-listed companies with industry grouping. **ACRN Journal of Finance and Risk Perspectives**, v. 9, 2020.

LEE, E. T. **Statistical Methods for Survival Data Analysis**. Canadá: John Wiley & Sons, Inc., 1992.

LEE, Ming-Chang. Business bankruptcy prediction based on survival analysis approach. **International Journal of Computer Science & Information Technology**, v. 6, n. 2, p. 103, 2014.

LEMES JÚNIOR. A. B. L. RIGO. C. M. CHEROBIM. P. M. S. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas financeiras**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

LEMES JÚNIOR, Antônio Barbosa Lemes; RIGO, Cláudio Miessa; CHEROBIM, Ana Paula Mussi Szabo. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. Elsevier, 2005.

LIMA JÚNIOR, P.; SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. Análise de sobrevivência aplicada ao estudo do fluxo escolar nos cursos de graduação em Física: um exemplo de uma universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ensino de Física (Online)**, Porto Alegre, v. 34, n. 1, p. 1403.1-1403.10, jan./mar. 2012.

LIZARRAGA, F. D. **Modelos de Previsión del Fracaso Empresarial: Funciona entre nuestras Empresas el Modelo de Altman de 1968**. Revista de Contabilidade, 1(1), 137-164, 1998.

LUNDE, A., & TIMMERMANN, A. (2004). Duration dependence in stock prices: An analysis of bull and bear markets, *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(3), 253-273.

MARTIN, D. **Early warning of bank failure: a logit regression approach**. Journal of Banking and Finance, November, 249-276, 1977.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de custos. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Márcio Severo. **A previsão de insolvência pelo modelo de Cox: uma contribuição para a análise de companhias abertas brasileiras**. 2003.

MARTINS, M. S., & GALLI, O. C. **A previsão de insolvência pelo modelo cox: uma aplicação para a análise de risco de companhias abertas brasileira**. REAd - Revista Eletrônica de Administração, 13(1), 231-248, 2007.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, G. A. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MATIAS, Alberto Borges. "**Contribuição às técnicas de análise financeira: um modelo de concessão de crédito**." Trabalho apresentado ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo (1978).

MATIAS, A. B.; SIQUEIRA, J. O. **Risco bancário: modelo de previsão de insolvência de bancos no Brasil**. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 19-28, abr./jun. 1996.

MATIAS, P. J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MCCULLAG H, P.; NELDER, J. **Generalized linear models**. London: Chapman and Hall/CRC, 1989. 532 p.

MILLER, A. **Subset selection in regression**. chapman and hall/CRC, 2002.

MORITA, J. G.; LEE, T. W.; MOWDAY, R. T. Introducing survival analysis to organizational researches: a selected to turnover research. **Journal of Applied Psychology**, Washington, v. 74, n. 2, p. 280-292, Apr. 1989.

MUÑOZ, J. Calidad de cartera del sistema bancario y el ciclo económico: una aproximación econométrica para el caso peruano. 2001. Disponível em: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/04/Estudios-Economicos-4-5.pdf> . Acesso em: 26 julho 2023.

OHLSON, J. A. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. **Journal of Accounting Research**, 18(Spring), 109–131, 1980.

PARK, Jongpil; YOON, Woojin. A foreign subsidiary's largest shareholder, entry mode, and divestitures: the moderating role of foreign investment inducement policies. **European Research on Management and Business Economics**, v. 28, n. 3, p. 100197, 2022.

PEREIRA, José. Survival analysis employed in predicting corporate failure: A forecasting model proposal. **International Business Research**, v. 7, n. 5, p. 9, 2014.

PEREIRA, José Manuel, DOMINGUEZ, Miguel Á. Crespo e OCEJO, José L. Sáez. **Modelos de previsão do fracasso empresarial: aspectos a considerar**. *Tékhné*, jun. 2007, no.7, p.111-148.

PEREIRA, Vinícius Silva; MARTINS, Vidigal Fernandes. Estudos de previsão de falências—uma revisão das publicações internacionais e brasileiras de 1930 a 2015. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 12, n. 26, p. 163-196, 2015.

PESSANHA, G. R. G. **Estudos empíricos de fusões e aquisições no setor bancário brasileiro**. 2016. 324 p. Tese (Doutorado em Administração) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

PINTO, Juliana. **Núcleo Declaratório Contábil na Análise da Solvência de Empresas do Setor Têxtil listadas na BOVESPA**. 2008. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2008.

PRADO, J. W. D. **Determinantes e implicações da estrutura de capital, da estrutura de propriedade e da Governança Corporativa: um modelo multitéorico de análise**. 194 f. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, 2019.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. **Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006.

REZENDE, I. C. C.; FARIAS, T. X. T. de; OLIVEIRA, A. S. de. Aplicação dos modelos de Elizabetsky e Kanitz na previsão de falência: um estudo descritivo das melhores e maiores empresas por setor listadas na Revista Exame em 2010. **Revista Mineira de Contabilidade**, [S.l.], v. 3, n. 51, p. 35–42, 2015. Disponível em: <https://crcmg.emnuvens.com.br/rmc/article/view/229>. Acesso em: 10 agosto. 2023.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 14. Reimpressão. São Paulo: Atlas, 2012.

ROSS, S. A.; WESTERFIED, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira: Corporate Finance**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas., 2007.

SABADIN, Anderson Léo. **Análise de indicadores contábeis para avaliação de desempenho favorável: um estudo nas cooperativas do Estado do Paraná**. 2006. 253 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2006.

SANTOMERO, A.; VINSO, J. **Estimating the Probability of Failure for Comercial Banks and the Banking System.** Journal of Banking and Finance, v. 1, n. 2, p. 185-205, 1977.

SANVICENTE, A. Z., MINARDI, A. M. A. F. (1998). **Identificação de indicadores contábeis significativos para a previsão de concordata de empresas.** Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais, Working Paper, 1-12.

SAUSEN SOARES, Cristiano et al. Cai Uma Gigante da Aviação Brasileira: Como a Contabilidade pode Explicar a Insolvência da Avianca Brasil? - **Revista FSA**, v. 18, n. 1, 2021.

SCARPEL, Rodrigo Arnaldo; MILIONI, Armando Zeferino. Utilização conjunta de modelagem econométrica e otimização em decisões de concessão de crédito. **Pesquisa Operacional**, v. 22, p. 61-72, 2002.

SCARPEL, Rodrigo Arnaldo. **Modelos matemáticos em análise financeira de empresas, de setores industriais e de crédito.** 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências no curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica na área de Organização Industrial) - Instituto tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, São Paulo, 2000.

SHAHWAN, Tamer Mohamed. The effects of corporate governance on financial performance and financial distress: evidence from egypt. **Corporate Governance**, v. 15, n. 5, p. 641-662, 5 out. 2015. Emerald.

SHAHWAN, Tamer Mohamed; HABIB, Ahmed Mohamed. Does the efficiency of corporate governance and intellectual capital affect a firm's financial distress? Evidence from Egypt. **Journal of Intellectual Capital**, v. 21, n. 3, p. 403-430, 5 mar. 2020. Emerald.

SILVA, J. P. (1982). **Modelos para classificação de empresas com vistas a concessão de crédito.** Dissertação – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo: EASP-FGV.

SILVA, J. O.; WIENHAGE, P.; SOUZA, R. P. S.; LYRA, R. L. W. C.; BEZERRA, F. A.; **Capacidade Preditiva de Modelos de Insolvência: com base em Números Contábeis e Dados Descritivos.** Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade. v. 6, n. 3, p. 246-262, 2010. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/17890/capacidade-preditiva-de-modelos-de-insolvencia> Acesso em 10 de agosto de 2023.

STÜPP, D. R. **Previsão de insolvência a partir de indicadores contábeis: evidências de empresas listadas na BM&FBOVESPA nos anos 2004-2013.** Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

TAM, K. Y.; KIANG, M. Y. (1992). Managerial applications of neural networks: the case of bank failure predictions. **Management Science**, 38 (7), 913-925.

TAM, K. & KIANG, M. Managerial Applications of Neural Networks: The Case of Bank Failure Predictions. **Management Science**, 38(7), 926-947, 1992.

TARGA, M. *et al.* **Modelo para gestão de lojistas em shopping centers.** TAC, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 32-41, jan./jun. 2011.

TEIXEIRA, M. T. B.; FAERSTEIN, E.; LATORRE, M. R. **Técnicas de análise de sobrevivência.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 579-594, maio/jun. 2002.

VIANNA, C. T. **Finanças, custos e mark-up: conceitos básicos.** Florianópolis: Publicações do IFSC, 2015.

WILCOX, J. W. A Simple **Theory of Financial Ratios as Predictors of Failure.** Journal of Accounting Research, 9(2), 389-395, 1971.

WOOLDRIGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna.** Tradução: Rogério César de Souza, José Antônio Ferreira, revisão técnica Nelson Carvalheiro. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

ZELINKOV, Yuri. Bankruptcy prediction using survival analysis technique. In: **2020 IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI).** IEEE, 2020. p. 141-149.