

Comparação entre os modelos preditivos de insolvência para as empresas do segmento de construção civil listadas na Bovespa

Comparison between insolvency predictive models for companies in the civil construction segment listed on Bovespa

Comparación entre modelos de predicción de la insolvencia de empresas del sector de la construcción civil cotizadas en Bovespa

Recebido: 18/10/2022 | Revisado: 25/10/2022 | Aceitado: 26/10/2022 | Publicado: 01/11/2022

Lissandra da Costa Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8409-083X>
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
E-mail: costa.lissandra@hotmail.com

Fábio Chaves Nobre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9011-4252>
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
E-mail: fabio.nobre@ufersa.edu.br

Liana Holanda Nepomuceno Nobre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6756-9179>
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
E-mail: liananolobre@ufersa.edu.br

Resumo

Esta pesquisa objetiva evidenciar se há diferenças médias estatisticamente significativas entre os modelos preditivos de insolvência de Kanitz, Elizabetsky, Matias, Altman e Pereira no setor de construção civil de empresas listadas na bolsa de valores brasileira. Desta forma, o setor é composto por 21 empresas foram analisados, inicialmente, por meio da estatística descritiva e correlação entre os modelos e, por fim, a utilização da análise de variância para identificar se há diferenças de médias significativas entre os modelos. Os resultados apontam que o modelo de Kanitz, Altman e Pereira indústria apresentaram fatores de solvência na média geral, o modelo de Elizabetsky, insolvente, bem como os modelos de Matias e Pereira comercial. Os modelos apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre eles com três exceções, ou seja, Elizabetsky *versus* Altman, Matias *versus* Pereira Indústria e, por fim, Pereira Indústria *versus* Altman.

Palavras-chave: Modelos preditivos; Solvência; Insolvência; Construção civil.

Abstract

This research aims to show whether there are statistically significant mean differences between the predictive models of insolvency of Kanitz, Elizabetsky, Matias, Altman and Pereira in the civil construction sector of companies listed on the Brazilian stock exchange. Thus, the sector is composed of 21 companies, initially analyzed through descriptive statistics and correlation between the models and, finally, the use of analysis of variance to identify whether there are significant mean differences between the models. The results show that the Kanitz, Altman and Pereira Industry model presented solvency factors in the general average, the Elizabetsky model, insolvent, as well as the Matias and Pereira commercial models. The models showed statistically significant differences between them with three exceptions, that is, Elizabetsky *versus* Altman, Matias *versus* Pereira Industry and, finally, Pereira Industry *versus* Altman.

Keywords: Forecast models; Solvency; Insolvency; Construction.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo destacar si existen diferencias medias estadísticamente significativas entre los modelos de predicción de la insolvencia de Kanitz, Elizabetsky, Matias, Altman y Pereira en el sector de la construcción de las empresas que cotizan en la bolsa brasileña. Así, el sector está compuesto por 21 empresas fueron analizadas, inicialmente, mediante estadísticas descriptivas y de correlación entre los modelos y, finalmente, el uso del análisis de varianza para identificar si existen diferencias medias significativas entre los modelos. Los resultados indican que los modelos industriales de Kanitz, Altman y Pereira presentaron factores de solvencia en la media general, el modelo Elizabetsky, insolvente, así como los modelos comerciales de Matias y Pereira. Los modelos presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos con tres excepciones, es decir, Elizabetsky *versus* Altman, Matías *versus* Industria Pereira y, finalmente, Industria Pereira *versus* Altman.

Palabras clave: Modelos predictivos; Solvencia; Insolvencia; Construcción.

1. Introdução

Uma empresa bem administrada financeiramente consegue prever e analisar sua condição através dos modelos preditivos, pois esses modelos verificam os dados contábeis para a análise da situação econômico-financeira, além de serem um instrumento de prevenção ao fracasso empresarial. Sendo assim, são importantes auxiliares na tomada de decisões para a empresa, visto que ocorrerá a análise de solvência ou insolvência empresarial e a literatura aponta que são necessários mais estudos sobre os modelos preditivos de insolvência (Agostinho et al., 2020; Ilhéu, 2022).

O termo insolvência é dado para empresas que não conseguem cumprir com suas obrigações de longo e curto 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. Segundo Pereira e Martins (2016) todos os modelos preditivos de insolvência encontrados em sua pesquisa são baseados em dados contábeis das empresas, sendo uma importante fonte de dados para análise de desempenho.

Pereira et al. (2013) abordam a comparação dos modelos de insolvência elaborados por Kanitz (1976), Elizabetsky (1976), Matias (1978), Altman, Baidya e Dias (1979) e Pereira (1982) aplicados em empresas de capital aberto da Bolsa de Valores brasileira e evidenciaram que há variabilidade de resultados sobre a solvência e insolvência das empresas entre os modelos apresentados acima e que, portanto, prejudica identificar qual o modelo é mais adaptável a situação da empresa.

Neste sentido, algumas empresas do segmento de construção civil vêm apresentando situações financeiras, lucratividade, negativas e em outros momentos, uma situação de lucratividade positiva. Embora tais situações possa sofrer influência da conjuntura econômico daquele período analisado, mas será necessário identificar o estado de solidez da solvência empresarial. Sendo assim, necessário identificar o modelo preditivo de insolvência mais adequado a empresa. Com isso, a problemática desta pesquisa é: *Há diferenças estatísticas entre os modelos preditivos de Kanitz, Elizabetsky, Matias, Altman, Baidya e Dias e Pereira aplicadas as empresas do segmento de construção civil listadas na bovespa?* O objetivo desse estudo é evidenciar se há diferenças médias estatisticamente significativas entre os modelos preditivos de insolvência e assim identificar o modelo preditivo que melhor responde as necessidades das empresas do referido segmento.

A relevância desta pesquisa está em buscar evidenciar os resultados dos modelos preditivos do segmento que está sujeito a crises econômicas conjunturais e que seria interessante a aplicação de um modelo que representasse a situação futura de insolvência., bem como analisar e gerar novos conhecimentos sobre o segmento e os modelos de previsão de solvência, conforme Belo, Cescon e Cescon (2022).

O termo solvência é usado para demonstrar se a empresa está financeiramente saudável, ou seja, com condições de cumprir com suas obrigações de longo prazo, segundo Marques (2022). Com isso, têm alguns índices de solvência fundamentados nas demonstrações contábeis, que são: os índices de liquidez, os índices de atividades e os índices de endividamento (Nobre e Lima, 2014). Já a insolvência é um termo oposto de solvência, pois quando a empresa apresenta essa situação significa que ela não consegue cumprir com obrigações de longo e curto prazo, gerando uma inconsistência financeira e posteriormente uma possível falência (Muñoz; Merino e Sala, 1997; Nobre e Lima, 2014).

Desde os anos 60 que surgiram vários modelos preditivos de insolvência, conforme afirmam Gimenes; Uribe-Opazo (2001) e Pereira; Martins (2016). Segundo Muñoz; Merino; Sala (1997), tais modelos enfatizando duas linhas de pesquisas sendo a primeira voltada para a aplicação de método que identifique a melhor predição da situação de insolvência e a segunda linha de pesquisa voltada para a busca de indicadores financeiros que minimizam os erros de predição.

A pesquisa de Fitzpatrick (1932) foi a pioneira ao abordar a previsão de falência nas empresas por meio de índices que evidenciassem a insolvência, sendo assim índices contábeis para avaliar o risco empresarial. Em seguida vieram as pesquisas que utilizaram a análise discriminante para previsão de insolvência ou solvência das empresas (Altman, 1968; Beaver, 1966).

Para Lins et al. (2010) as pesquisas brasileiras sobre modelos preditivos de insolvência surgiram nos anos 70 e utilizando a análise discriminante linear multivariada evidenciando o melhor indicador financeiro dentro do contexto da empresa. A literatura apontada pela pesquisa de Pereira e Martins (2016) evidenciam que há vários modelos preditivos de insolvência que utilizam técnicas como análise discriminante e regressão logística por exemplo.

No contexto brasileiro, os modelos mais utilizados são o de Kanitz (1974), Pereira-da-Silva (2016), Matias (1978), Elizabetsky (1976) e Altman (1968) conforme representado no Quadro 1.

Quadro 1 - Modelos de Previsão de Insolvência.

<p>Modelo de Kanitz Fator = $(0,05RP + 1,65LG + 3,5 LS) - (1,06LC + 0,33GE)$</p> <p>RP = Lucro Líquido / Patrimônio Líquido LG = (Ativo Circulante + Realizável a Longo Prazo) / (Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo) LS = (Ativo Circulante - Estoques) / Passivo Circulante LC = Ativo Circulante / Passivo Circulante GE = (Passivo Circulante + Exigível a Longo Prazo) / Patrimônio Líquido = Grau de Endividamento.</p>	<p>Modelo de Elizabetsky $Z = 1,93 X_1 - 0,20 X_2 + 1,02 X_3 + 1,33 X_4 - 1,12 X_5$</p> <p>X1= Lucro Líquido/ Vendas X2= Disponível/ Ativo Permanente X3= Contas a receber/ Ativo Total X4= Estoque/ Ativo Total</p>
<p>Modelo de Mathias $Z = 23,792 X_1 - 8,26 X_2 - 9,868 X_3 - 0,76 X_4 - 0,535 X_5 + 9,912 X_6$</p> <p>X1= Patrimônio Líquido/ Ativo Total X2= (Financiamentos e Empréstimos) / Ativo Circulante X3= Fornecedores/ Ativo Total X4= Ativo Circulante/ Passivo Circulante X5= Lucro Operacional/ Lucro Bruto X6= Disponível/ Ativo Total</p>	<p>Modelo de Altman $Z_1 = -1,44 + 4,03X_2 + 2,25 X_3 + 0,14 X_4 + 0,42 X_5$ $Z_2 = -1,84 - 0,51X_1 + 6,32 X_3 + 0,71X_4 + 0,52 X_5$</p> <p>Em que: X1= (Ativo Circulante - Passivo Circulante) / Ativo Total X2= (Reservas + Lucros Acumulados) / Ativo Total X3= Lucro antes dos juros e impostos de renda/ Ativo Total X4= Patrimônio Líquido/ (Exigível Total = Passivo Circulante + Passivo Não Circulante) X5= Vendas/ Ativo Total</p>
<p>Modelo de Pereira Indústria $P_{1c} = 0,722 - 5,124 E_{23} + 11,016 L_{19} - 0,34 L_{21} - 0,048 L_{26} + 8,605 R_{13} - 0,004 R_{29}$ Comércio: $P_{1c} = -1,327 + 7,651 E_5 + 8,201 E_{11} - 8,546 L_{17} + 4,218 R_{13} + 1,982 R_{23} + 0,091 R_{28}$</p> <p>$E_{23}$ = Duplicatas Descontadas / Duplicatas a Receber L_{19} = Estoques/ (Vendas - Lucro) L_{21} = Fornecedores / Vendas L_{26} = (Estoque Médio x 360) / (Vendas - Lucro) R_{13} = (Lucro Operacional + Despesas Financeiras) / (Ativo Total Médio - Investimento Médio) R_{29} = Exigível Total / (Lucro Líquido + 910 x Imobilizado Médio + Saldo da CM) E_5 = (Reservas + Lucros Suspensos) / Ativo Total E_{11} = Disponível / Ativo Total L_{17} = (Ativo Circulante - Disponível - Passivo Circulante + Financiamento + Duplicatas Descontadas) / Vendas R_{13} = Lucro Operacional / Lucro R_{28} = [(Patrimônio Líquido / Exigível Total) / (Lucro Bruto x 100 / Vendas)] / (Prazo Médio de estoque + Prazo Médio de Vendas - Prazo Médio de Compras)</p>	

Fonte: Adaptado de Pinheiro et al. (2007).

O modelo de Kanitz (1974) utilizou a análise discriminante multivariada criando um modelo de cinco fatores que preveriam a falência de empresas brasileiras (Quadro 1). Em 1976, com as análises de pequenas e médias organizações, chegou à conclusão que é mais provável esses tipos de empresas sofrerem falência do que grandes corporações. Os parâmetros do fator de insolvência, para o referido modelo, estão descritos no quadro 2.

Posteriormente, surgiu o modelo de Elizabetsky (1976), que acreditava no julgamento irracional sobre a tomada de decisão se uma empresa estaria falindo ou não, devido a isso o autor criou um modelo voltado para o gestor de crédito. Com a utilização da análise discriminante multivariada em 373 empresas de vestuário, chegou ao resultado final de 28 indicadores que poderiam prever até 100% a insolvência. Contudo, se for utilizado somente os cinco indicadores mais relevantes, a sua eficiência cai para 74%. A representação do modelo de Elizabetsky está representado no quadro 1 e seu critério do fator de insolvência consta no quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de definição de insolvência.

Modelo de Kanitz Fator entre -7 a -4 : Insolvente Fator entre -3 a 0: Penumbra Fator entre 1 a 7 : Solvente	Modelo de Elizabetsky Fator > 0,5: Solvente Fator < 0,5: Insolvente
Modelo de Matias Fator > 7,143: Solvente Fator entre 4,354 e 7,143: Penumbra Fator < 4,354: Insolvente	Modelo de Altman Z1r < -0,34 Insolvente Z1 entre -0,34 e 0,20: Penumbra Z1 > 0,20: Solvente Z2 > 0: Solvente Z2 < 0: Insolvente
Modelo de Pereira Fator > 0: Solvente Fator < 0: Insolvente	

Fonte: Bruni & Famá (1998).

Em seguida, Matias (1978), consta no Quadro 1, estudou o caso de 100 empresas de diversos setores, classificando em 50 solventes e 50 insolventes, e através da análise discriminante múltipla foi capaz de selecionar seis indicadores que previu 74% do total da amostra. Os critérios do fator de insolvência estão evidenciados no Quadro 2.

O modelo de Altman (1968) e depois melhorado com o modelo de Altman, Baidya e Dias (1979) utilizaram o modelo *Z-Score* em empresas brasileiras, sendo selecionado 23 empresas que apresentavam problemas financeiros nos últimos 30 meses antes de seu declínio e sem separação de setores, apresentando uma diversidade nas amostras. Depois disso, essas empresas foram comparadas com 35 empresas saudáveis. É necessário ressaltar que o modelo original de Altman utilizou 22 empresas norte-americanas, porém quando aplicado no Brasil, ocorreu uma adaptação devido o ambiente macroeconômico e a diferença de normas contábeis.

Por fim, Pereira da Silva (1982), desenvolveu o seu próprio modelo através de indicadores e o método de análise discriminante em dois setores escolhidos: industrial e comercial, pois possuem características e comportamentos diferentes. Além disso, comparou o seu modelo com os demais citados acima, levando a um resultado que mostra uma eficiência maior que os demais. Contudo, o uso da análise discriminante levava a resultados não espessos, mostrando que os modelos têm vida curta ou variam dependendo da amostra.

2. Metodologia

O artigo utiliza da abordagem quantitativa, pois as coletas de dados e seus tratamentos utilizaram técnicas estatísticas como média, correlação, desvio padrão dentro outras técnicas (Richardson et al, 2012). Na pesquisa foi efetuado o uso da estatística no tratamento e coleta de dados de 21 empresas no ramo de Construção Civil que atuam na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA) dos anos de 2009 a 2019.

Possui natureza básica, pois tem como foco gerar novos conhecimentos úteis e aumentar o conhecimento sobre os modelos preditivos de insolvência. Segundo Triviños (1987, p 110), “o estudo descritivo pretende descrever “com exatidão” os fatos e fenômenos de determinada realidade”, por isso os objetivos do artigo é de caráter descritivo, visto que busca esclarecer, analisar e comparar a eficiência dos modelos em empresas de capital aberto.

Já os procedimentos foram bibliográficos com a utilização de artigos, revistas, livros, teses e dissertações sobre os modelos de insolvência e pesquisa documental com fonte primária: os dados do balanço patrimonial e as demonstrações do resultado do exercício (DRE).

A respeito da amostra coletada, tem-se que foram selecionadas 21 empresas na parte de Construção Civil, sendo elas: Const a Lind, CR2, Cyrela Realt, Direcional, Even, Eztec, Gafisa, Helbor, Inter S.A., JHSF Part, Joao Fortes, MITRE Realty, Moura Dubeux, MRV, PDG Realt, RNI, Rossi Resid, Tecnisa, Tenda, Trisul e VIVER. A amostra é considerada não-probabilísticas intencional, visto que a coleta teve um parâmetro previamente definido, mas não abrangeu todas as empresas do setor.

Sobre a coleta de dados e procedimento metodológico, tem-se que o sistema Economatica possibilitou o acesso a banco de dados financeiros, indicadores financeiros e ferramentas de análise financeira. Sendo o software de SPSS usado para calcular a estatística descritiva dos modelos preditivos, correlação entre os modelos preditivos, teste de normalidade, teste de homogeneidade de variância, análise de variância e diferença de média entre os modelos. A interpretação da correlação de Pearson foi feita utilizando a escala criada por Newbold (1995), presente na Tabela 1.

Tabela 1 - Interpretação de Correlação de Pearson.

	Correlação	Interpretação
+	1,00	Positiva perfeita
+	0,70 a 0,99	Positiva muito forte
+	0,50 a 0,69	Positiva substancial
+	0,30 a 0,49	Positiva moderada
+	0,10 a 0,29	Positiva baixa
+	0,01 a 0,09	Positiva ínfima
	0,00	Nenhuma
-	0,01 a 0,09	Negativa ínfima
-	0,10 a 0,29	Negativa baixa
-	0,30 a 0,49	Negativa moderada
-	0,50 a 0,69	Negativa substancial
-	0,70 a 0,99	Negativa muito forte
-	1,00	Negativa perfeita

Fonte: Adaptado de Mombach (2012) e Azevedo (2020).

Foi utilizado a Análise de variância (ANOVA) de um fator que é um método estatístico responsável pela comparação dos grupos, que eram independentes, provindos de uma população com distribuição normal e foi realizado o teste de homogeneidade. Além disso, utiliza-se duas hipóteses para interpretação: a primeira é que as médias dos grupos são iguais e segunda que existe diferença entre as médias dos grupos, baseado no nível de significativa de 0,005, isto é, se o p-valor for maior que o nível de significância, a primeira hipótese é a válida, mas se o p-valor for menor que o nível de significância a segunda hipótese que prevalece. A variabilidade é dividida em duas partes: entre grupos e dentro dos grupos.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos com a análise de 21 empresas no ramo da Construção Civil foram apresentados na Tabela 2, que se refere aos dados descritivos dos modelos preditivos. Sendo assim, o modelo de Kanitz apresentou a maior média de fator de solvência (5,74), porém com desvio padrão de 5,18, ou seja, no período analisado a indústria de que o setor está solvente por meio

das características do referido modelo. Já Elizabetsky apresentou uma média de fator de solvência (-0,23), porém com desvio padrão de 2,51, isto é, a indícios que o setor está insolvente devido aos critérios de decisão apresentado pelo seu modelo.

Ainda na Tabela 2, o modelo de Matias apresentou uma média de fator de solvência (2,91), contudo seu desvio padrão é de 6,83, ou seja, de acordo com os critérios do próprio modelo a indícios que o setor está insolvente no período analisado. Entretanto, Pereira Comércio mostrou a menor média de fator de solvência (-11,96), com desvio padrão de 8,41, isto significa que no período analisado o setor está insolvente. O modelo de Pereira Indústria apresentou uma média de fator de solvência (2,34), entretanto o desvio padrão foi de 4,35, ou seja, nesse período a demonstrativo que o setor está solvente de acordo com as características do referido modelo. Por fim, Altman mostrou uma média de fator de solvência (1,32), mas com desvio padrão de 1,38, isto é, usando o critério de solvência do modelo, esse setor no período analisado está solvente.

Tabela 2 - Estatística descritivas dos modelos preditivos.

Modelos	N	Média	Desvio padrão
Kanitz	190	5,7367	5,18243
Elizabetsky	190	-0,2324	2,51030
Matias	190	2,9081	6,83380
Pereira Comércio	190	-11,9616	8,41166
Pereira Indústria	190	2,3373	4,35019
Altman	190	1,3191	1,38366
Total	1140	0,0179	7,77359

Fonte: Autoria própria (2021).

Ainda na Tabela 2 o modelo de Altman apresenta uma média para o setor de construção civil. Vale ressaltar que na análise do desvio padrão, quando este apresenta uma discrepância maior em relação à média, significa que os dados dos fatores de solvência variam muito em relação à média do fator, isto pode significar que as empresas, do setor, podem estar variando entre a solvência e insolvência empresarial. Através dos dados da Tabela 2, foi observado que os modelos que contém essa situação são os de Elizabetsky, Matias, Pereira Comércio e Pereira Industria. A Tabela 3, explica-se a correlação de Pearson aplicada aos modelos.

Tabela 3 - Correlação entre os modelos preditivos.

	Kanitz	Elizabetsky	Mathias	Pereira – Comércio	Pereira Indústria	Altman
Kanitz	Correlação de Pearson	1				
	Sig. (2 extremidades)					
Elizabetsky	Correlação de Pearson	0,226**	1			
	Sig. (2 extremidades)	0,001				
Matias	Correlação de Pearson	0,446**	0,223**	1		
	Sig. (2 extremidades)	0,000	0,001			
Pereira - Comércio	Correlação de Pearson	-,0116	-0,087	-0,042	1	
	Sig. (2 extremidades)	0,095	0,213	0,550		
Pereira Indústria	Correlação de Pearson	0,380**	0,010	0,452**	-0,062	1
	Sig. (2 extremidades)	0,000	0,886	0,000	0,373	
Altman	Correlação de Pearson	0,362**	0,307**	0,517**	-0,044	0,158*
	Sig. (2 extremidades)	0,000	0,000	0,000	0,525	0,022

** A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). * A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).
 Fonte: Autoria própria (2021).

A correlação de Pearson foi aplicada para medir o grau de correlação entre os modelos de insolvência, quando a correlação é significativa no nível 0,01, significa que ela tem um grau de confiança de 99%, e quando sua significativa é no nível 0,05 significa que o grau de confiança é de 95%. A análise foi feita por coluna, chegando assim a uma interpretação. Sendo assim, na tabela 3, quando é analisado a correlação de Kanitz com Elizabetsky apresenta um valor de 0,226 com um grau de confiança de 99% e significância de 0,001, ou seja, existe uma correlação positiva baixa entre esses modelos.

Quando Kanitz é correlacionado com Matias apresenta um resultado de 0,446 com grau de confiança de 99% e significância de 0,000, isto é, existe uma correlação positiva moderada entre esses modelos. A correlação de Pearson aplicado aos modelos de Kanitz e Pereira-Comércio é de -0,116 e significância de 0,095 apresentando uma correlação negativa ínfima entre eles. Kanitz e Pereira Indústria correlacionados apresentam um valor de 0,380 com grau de confiança de 99% e significância 0,000, ou seja, a correlação é positiva moderada entre eles. Já a correlação de Pearson usada com o modelo de Kanitz correlacionado com Altman apresenta valor de 0,362 com grau de confiança de 99% e significância de 0,000, ou seja, representa que esses modelos estão correlacionados de forma positiva moderada.

O modelo de Elizabetsky correlacionado com o de Matias apresenta um resultado de 0,223 com grau de significância de 99% e significância de 0,001, com isso mostra que a correlação desses modelos é positiva baixa. Já Elizabetsky e Pereira-Comércio tem uma correlação de -0,087 e significância de 0,213 representando uma correlação negativa ínfima entre esses modelos. A correlação de Pearson aplicada no modelo de Elizabetsky e Pereira Indústria é de 0,010 e significância de 0,886 mostrando que a correlação desses modelos é positiva ínfima. Elizabetsky e Altman apresentam uma correlação de 0,307 com grau de confiança de 99% e significância de 0,000, com isso a correlação presente entre esses modelos é moderada.

Matias correlacionado com Pereira-Comércio apresenta um resultado de -0,042 e significância de 0,550 mostrando uma correlação negativa ínfima entre eles. Já Matias correlacionado com Pereira Indústria mostra um valor de 0,452 com grau de confiança de 99% e significância de 0,000, essa correlação é positiva moderada. A correlação de Pearson aplicada aos modelos de Matias e Altman é de 0,517 com grau de confiança de 99% e significância de 0,000, representando uma correlação positiva substancial entre os modelos.

Pereira-Comércio correlacionado com Pereira Indústria apresenta um valor de -0,062 e significância de 0,373, sendo assim uma correlação negativa ínfima desses modelos. Já a correlação de Pearson aplicada aos modelos de Pereira-Comércio e Altman é de -0,044 e significância de 0,525, ou seja, existe uma correlação negativa ínfima entre esses modelos. Pereira Indústria correlacionado com Altman apresenta um resultado de 0,158 com grau de confiança de 95% e significância de 0,022, ou seja, a correlação é positiva ínfima desses modelos. Por fim, o modelo de Altman foi analisado com os outros modelos com o decorrer da tabela.

Tabela 4 - Teste de normalidade dos modelos preditivos.

	Fator de insolvência	
N	1140	
Parâmetro exponencial. ^{a,b}	Média	3,7269
	Absoluto	0,045
Most Extreme Differences	Positive	0,045
	Negative	-0,041
Kolmogorov-Smirnov Z	1,276	
Sig. Assint. (2 caudas)	0,077	

Fonte: Autoria própria (2021).

Na Tabela 4, representa o teste de Kolmogorov-Smirnov Z com valor de 1,276 e significância de 0,077 para o nível de significativa de 0,05. Sendo assim, não se rejeita a hipótese de que a distribuição é normal.

Tabela 5 - Teste de homogeneidade de Variância.

Fator de insolvência			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
50,219	5	1134	0,000

Fonte: A autoria própria (2021).

A Tabela 5 apresenta o teste de homogeneidade de variância evidenciado pela estatística de Levene (50,219) sendo este, significativo (0,000), ou seja, se a significância for menor que 0,005 significa que rejeita a hipótese de que as variâncias são iguais.

Tabela 6 - Análise de Variância (ANOVA) dos modelos preditivos.

	Soma dos Quadrados	Df	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	36423,418	5	7284,684	254,925	0,000
Nos grupos	32404,924	1134	28,576		
Total	68828,342	1139			

Fonte: A autoria própria (2021).

A Tabela 6 mostra a análise de Variância (ANOVA) compara a média de 3 ou mais grupos, sendo a variação total analisada de duas formas diferentes: entre grupos e nos grupos. A tabela 6, mostra a soma dos quadrados entre grupos (36423,418), dividido pelo grau de liberdade 5, vai resultar em 7284,684 valor presente na coluna do quadrado médio entre grupos. Assim como a soma dos quadrados nos grupos (32404,924), dividido pelo grau de liberdade 1134, vai resultar em 28,576 valor presente na coluna do quadrado médio nos grupos.

Ainda sobre a tabela 6, a estatística F ou Test F é a representação da divisão do quadrado médio entre grupos (7284,684) com o quadrado médio nos grupos (28,576) dando um valor de 254,925, com significância de 0,000. Sendo assim, quando o valor p (sig.) for menor que 0,005 significa que existe uma diferença entre as médias dos grupos, mas não diz quais são os modelos que apresentam médias diferentes. Por isso, é necessário o Teste de Tukey para saber quais modelos diferenciam.

A Tabela 7 mostra a diferença de médias entre os modelos preditivos de insolvência significativos a 0,05 ou 5%. A coluna Sig. Evidencia o nível de significância da relação entre as variáveis.

Tabela 7 - Diferença de médias entre os modelos preditivos.

(I) Modelos Preditivos		Diferença média (I-J)	Modelo padrão	Sig.	Intervalo de confiança 95%		
					Limite inferior	Limite superior	
Tukey HSD	Kanitz	Elizabetsky	5,96911*	0,54845	0,000	4,4035	7,5347
		Matias	2,82858*	0,54845	0,000	1,2630	4,3942
		Pereira Comércio	17,69832*	0,54845	0,000	16,1327	19,2639
		Pereira Indústria	3,39942*	0,54845	0,000	1,8338	4,9650
		Altman	4,41758*	0,54845	0,000	2,8520	5,9832
	Elizabetsky	Kanitz	-5,96911*	0,54845	0,000	-7,5347	-4,4035
		Matias	-3,14053*	0,54845	0,000	-4,7061	-1,5749
		Pereira Comércio	11,72921*	0,54845	0,000	10,1636	13,2948
		Pereira Indústria	-2,56968*	0,54845	0,000	-4,1353	-1,0041
		Altman	-1,55153	0,54845	0,054	-3,1171	0,0141
	Matias	Kanitz	-2,82858*	0,54845	0,000	-4,3942	-1,2630
		Elizabetsky	3,14053*	0,54845	0,000	1,5749	4,7061
		Pereira Comércio	14,86974*	0,54845	0,000	13,3041	16,4353
		Pereira Indústria	0,57084	0,54845	0,904	-0,9948	2,1364
		Altman	1,58900*	0,54845	0,044	0,0234	3,1546
	Pereira Comércio	Kanitz	-17,69832*	0,54845	0,000	-19,2639	-16,1327
		Elizabetsky	-11,72921*	0,54845	0,000	-13,2948	-10,1636
		Matias	-14,86974*	0,54845	0,000	-16,4353	-13,3041
		Pereira Indústria	-14,29889*	0,54845	0,000	-15,8645	-12,7333
		Altman	-13,28074*	0,54845	0,000	-14,8463	-11,7151
Pereira Indústria	Kanitz	-3,39942*	0,54845	0,000	-4,9650	-1,8338	
	Elizabetsky	2,56968*	0,54845	0,000	1,0041	4,1353	
	Matias	-,57084	0,54845	0,904	-2,1364	0,9948	
	Pereira Comércio	14,29889*	0,54845	0,000	12,7333	15,8645	
	Altman	1,01816	0,54845	0,430	-0,5474	2,5838	
Altman	Kanitz	-4,41758*	0,54845	0,000	-5,9832	-2,8520	
	Elizabetsky	1,55153	0,54845	0,054	-0,0141	3,1171	
	Matias	-1,58900*	0,54845	0,044	-3,1546	-0,0234	
	Pereira Comércio	13,28074*	0,54845	0,000	11,7151	14,8463	
	Pereira Indústria	-1,01816	0,54845	0,430	-2,5838	0,5474	

*. A diferença média é significativa no nível 0.05. Fonte: Autoria própria (2021).

Percebe-se ao analisar a Tabela 7 que o modelo de Kanitz comparado com os modelos de Elizabetsky, Matias, Pereira Comércio, Pereira Indústria e Altman apresenta significância (Sig. 0,000), isto quer dizer que existe uma diferença significante na aplicação desses modelos dentro de uma empresa.

A Tabela 7 apresenta o modelo de Elizabetsky comparado com os modelos de Kanitz, Matias, Pereira Comércio e Pereira Indústria apresentam uma significância igual a 0, existindo uma diferença entre eles. Porém, quando comparado com o modelo de Altman, sua significância é de 0,054, mostrando que se a empresa pode optar por escolher entre eles, pois não há diferenças estatísticas significantes entre os fatores de insolvência.

Quando o modelo de Matias é comparado na tabela 7, aos modelos de Kanitz, Elizabetsky e Pereira Comércio, são significantes (sig.0,000), o modelo de Altman é igual a 0,040, esses resultados mostram que contém uma diferença entre eles quando aplicados na empresa. Embora Altman seja diferente de 0, o parâmetro de decisão de significância tem que ser maior ou igual a 0,05. Com isso, quando analisado com o modelo de Pereira Indústria o resultado é de 0,904, ou seja, a empresa que decidir optar por um dos dois modelos não terá problema, visto que não existe diferença entre eles.

Já o modelo de Pereira Comércio, na tabela 7 foi equiparado com os modelos de Kanitz, Elizabetsky, Matias, Pereira Indústria e Altman se encontram com significatividade igual a 0. O modelo de Pereira Indústria acareado com os modelos de Kanitz, Elizabetsky e Pereira Comércio corresponde a uma significância igual a 0, o modelo de Altman é igual a 0,430 e o de Mathias é 0,904. Dados esses, que exprimi que o único modelo que não apresenta diferença estatisticamente significante com Pereira Industrial é o Matias.

O modelo de Altman nivelado com os modelos de Kanitz e Pereira Comércio têm valores iguais a 0, Matias e Pereira Indústria mostram resultados de 0,044 e 0,430, respectivamente. Valores que representam a existência de diferença na aplicação deste modelo com outros. Entretanto, Elizabetsky retém o mesmo sentido do modelo de Altman, como mostrado na tabela 7.

O termômetro de insolvência de Kanitz tem como ponto crítico que a empresa será solvente (0 a 7), penumbra (-1 a -3) e insolvente (-4 a -7), já o modelo de Elizabetsky usa o ponto crítico de insolvência ($Z < 0,5$) e solvência ($Z > 0,5$). Os modelos de Matias, Pereira Comércio, Pereira Indústria e Altman utilizam o ponto crítico 0, ou seja, menor que 0 a empresa apresenta problemas financeiros, porém se apresentar um valor acima de 0 significa que ela é solvente.

Implicações empresariais

As implicações gerenciais dos resultados apresentados anteriormente se remetem a utilização dos modelos preditivos de insolvência, ou seja, o modelo de Kanitz se enquadra a empresa que for tomar a decisão de analisar sua situação financeira por meio da liquidez ou análise de curto prazo e que, portanto, uma análise agrupada no modelo é melhor indicado que uma análise individual de cada índice. As empresas que optarem por utilizar o modelo de Altman devem atentar que o referido modelo é baseado no ativo total e que devem analisar o crescimento das despesas financeiras e conseqüentemente no endividamento da empresa.

O modelo de Elizabetsky mostra uma tendência a apresentar um fator de insolvência mais recorrente, pois o modelo é aplicado para a tomada de decisão para bancos comerciais, sendo assim, mais rigoroso na análise de crédito, porém caso a empresa apresente um fator de solvência elevado no modelo, é provável que obtenha um valor de empréstimo ou financiamento no mercado bancário.

A pesquisa evidencia que o modelo de Matias apresenta tendência um fator de insolvência mais recorrente nas empresas pesquisadas. Esta modelo utilizada indicadores que influenciam a atividade operacional das empresas e tendo as dívidas financeiras como um indicador importante no modelo. No setor analisado, há evidências de que a atividade operacional empresarial não seja eficiente para mostrar resultados positivos as empresas analisadas. O modelo de Pereira para o comércio indicou uma tendência de insolvência, entretanto o modelo foi aplicado ao setor de construção civil e pode apresentar características peculiares que merecem uma análise mais robusta. O modelo de Pereira para a indústria mostrou o fator indicando solvência no setor e que se enquadra, melhor, ao setor analisado.

4. Considerações Finais

Por fim, quando se faz uma análise final da pesquisa observa-se que os modelos de Kanitz, Matias, Pereira Industrial e Altman quando aplicados nas empresas estudadas apresentaram que a situação delas eram solventes durante os anos analisados, porém Elizabetsky e Pereira Comércio apresentaram uma situação oposta, ou seja, insolvente.

Os estudos mostram que as correlações entre Kanitz e Elizabetsky é baixa, Kanitz e Matias é moderada, Kanitz e Pereira Comércio ínfima negativa, Kanitz e Pereira Industrial, assim como com Altman possuem uma correlação moderada. Já Elizabetsky e Matias apresentam uma baixa correlação, Elizabetsky e Pereira Comércio uma ínfima negativa, Elizabetsky e Pereira Industrial uma ínfima positiva e Elizabetsky e Altman é moderada.

O modelo de Matias e Pereira Comércio é uma ínfima negativa, Matias e Pereira Industrial moderada e Matias e Altman uma substancial positiva. Pereira Comércio e Pereira Industrial apresentam uma ínfima negativa, assim como com o modelo de Altman. Por último, Pereira Industrial e Altman existe uma correlação ínfima positiva.

As amostras mostraram uma distribuição normal e com variâncias iguais, além de constar diferenças entre os modelos estudos. Quando o modelo de Kanitz foi comparado com os demais modelos, demonstrou que existe diferença entre eles. O modelo de Pereira Comércio também apresentou o mesmo resultado, porém quando houve a comparação de Elizabetsky com os demais, o único que foi equivalente ao seu modelo é o de Altman. Assim como, o modelo de Matias comparado com os demais, só apresenta igualdade com o modelo de Pereira Industrial. Desse modo, percebe-se que a pesquisa resolveu o problema, pois descobriu a existência de diferenças entre os modelos e o objetivo geral foram alcançados, além de que a metodologia utilizada foi suficiente para o estudo.

Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se que seja ampliada a mesma técnica de análise para outros setores da economia brasileira, bem como seja utilizada a técnica econométrica de dados em painel.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio a Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA pelo apoio financeiro para a execução da pesquisa.

Referências

- Agostinho, I. R. S., da Silva, W. V., Pereira da Veiga, C., & Souza, A. M. (2020). Forecasting models in the manufacturing processes and operations management: Systematic literature review. *Journal of Forecasting*, 39(7), 1043-1056.
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*, 23(4), 589-609.
- Altman, E. I., Baidya, T. K., & Dias, L. M. R. (1979). Previsão de problemas financeiros em empresas. *Revista de administração de empresas*, 19, 17-28.
- Azevedo, E. R. (2020). *Correlação entre diferentes métodos de avaliação clínica da classe funcional e da qualidade de vida relacionada à saúde com o resultado do teste cardiopulmonar em pacientes com insuficiência cardíaca*. Doctoral dissertation. Universidade de São Paulo.
- Beaver, W. H. (1966). Financial Ratios as Predictors of Failure-Reply. *Journal of Accounting Research*, 4, 123-127.
- Belo, D. P. C., Cescon, J. A., & Cescon, J. A. P. (2022). Análise do Fator de Insolvência das Empresas com Patrimônio Líquido Negativo Listadas na Brasil, Bolsa e Balcão (B3). *Contabilometria*, 9(1).
- Elizabetsky, R. (1976). *Um modelo matemático para a decisão no banco comercial*. Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: POLI-USP.
- Fitzpatrick Paul, J. (1932). A Comparison of Ratios of Successful Industrial Enterprises with those of Failed Firms. *Certified Public Accountant*, 598-731.
- Gimenes, R. M. T., & Uribe-Opazo, M. A. (2001). Previsão de insolvência de cooperativas agropecuárias por meio de modelos multivariados. *Revista da FAE*, 4(3).
- Ilhéu, J. M. O. (2022). *Modelos preditivos das insolvências: O contributo da auditoria financeira externa nas PME portuguesas* Dissertação, Mestrado em Contabilidade. Instituto Universitário de Lisboa.
- Kanitz, S. C. (1974). *Como prever a falência de empresas*. Revista Exame.
- Lins, A. G., Pereira, D. R. G., da Silva, W. V., & da Rocha, D. T. (2010). Análise comparativa dos modelos de previsão de insolvência de cooperativas agrícolas do Estado do Paraná. *Qualitas Revista Eletrônica*, 10(4).
- Marques, S. B. (2022). *Modelos de Previsão de Falência em PME's portuguesas de alojamento turístico*. Dissertação, Mestrado em Finanças e Fiscalidades. Universidade do Porto
- Matias, A. B. (1978). *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.
- Mombach, H. B. (2012). Relação entre os Indicadores Econômico-Financeiros e o Retorno das Ações. 2012. 98 f. *Monografia (Especialização)–Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre*.
- Muñoz, L. Y., Merino, A. M. G., & Sala, J. C. G. (1997). Modelos de predicción de quiebras en empresas no financieras. *Actualidad Financiera*, 2(5), 3-14.

Nobre, F. C., & de Lima, E. M. C. (2014). Análise de Solvência de Empresas do Segmento Calçadista Listadas no Bm&Fbovespa. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, 6(3), 1-20.

Pereira-da-Silva, J. P. (2016). *Análise Financeira Das Empresas*. (13a ed.), Ed. Cengage

Pereira, R. C., Alves, K. D. A. F., Mariano, R. F., & Nobre, F. C. (2013). Análise Financeira Empresarial Sob a Luz Dos 5 Modelos De Previsão De Insolvência: Um Estudo Comparativo De Empresas De Capital Aberto. *Congresso Virtual Brasileiro de Administração. Anais...* p.1-15

Pereira, V. S., & Martins, V. F. (2016). Estudos de previsão de falências—uma revisão das publicações internacionais e brasileiras de 1930 a 2015. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 12(26), 163-196.

Pinheiro, L. E. T., Santos, C. P., Colauto, R. D., & Pinheiro, J. L. (2007). Validação de modelos brasileiro de previsão de insolvência. *Contabilidade Vista & Revista*, 18(4), 83-103.

Richardson, R. J., Peres, J. D. S., Wanderley, J., Correia, L., & Peres, M. (2012). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. Ed. Atlas.

Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução às ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. Ed. Atlas.