



IV SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

ANÁLISE DOS MODELOS DE PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA: UMA PROPOSTA DE UM MODELO INOVADOR A PARTIR DE ÍNDICES FINANCEIROS EM EMPRESAS DE CAPITAL ABERTO NO BRASIL

MOHAMED MEHDI HIJAZI

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
mohamhijazi@gmail.com

ELOI JUNIOR DAMKE

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
eloi.damke@gmail.com

LUÍS FERNANDO MOREIRA

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
moreiralfm@gmail.com



ANÁLISE DOS MODELOS DE PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA: UMA PROPOSTA DE UM MODELO INOVADOR A PARTIR DE ÍNDICES FINANCEIROS EM EMPRESAS DE CAPITAL ABERTO NO BRASIL

Resumo

Diversos estudos têm buscado propor modelos de previsão de insolvência de empresas. São raras as pesquisas que se associam as propostas existentes a partir do desenvolvimento de modelos matemáticos mais atualizados. Considerando os modelos atualmente disponíveis, este estudo tem por objetivo propor um modelo inovador de previsão de insolvência a partir de índices financeiros. Através da análise da situação das empresas por meio da aplicação de modelos teórico-empíricos já atuais e, observando o grau de confiabilidade dos modelos existentes, desenvolveu-se um modelo de previsão de insolvência, confrontando por sua vez o modelo proposto com os modelos disponíveis. Para atingir estes objetivos, empregou-se análise discriminante a fim de evidenciar quais os índices financeiros melhor explicam a falência das organizações pesquisadas, classificando-as em solventes e insolventes. Concluiu-se, a partir das informações levantadas e a análise dos resultados, que a análise discriminante pelo método direto obteve 76,1% de precisão na classificação. Já o método passo a passo ou por etapas, obteve 68,1%. Por fim, a validação cruzada obteve 70% de precisão na classificação das companhias selecionadas para a amostra.

Palavras-chave: Modelos de previsão de insolvência. Função discriminante. Falência.

Abstract

Several studies have been trying to propose prediction models for corporate insolvency. Few researches can be linked to existing proposals from the development of more updated mathematical models. In view of the models currently available, this paper aims to propose an insolvency prediction model from financial ratios. By analyzing the company status through the application of existing theoretical/empirical models as well as by observing the reliability level of the existing models, it was possible to develop an innovative insolvency prediction model. Thus, the proposed model could be compared with the available models. In order to achieve these objectives, a discriminant analysis was used for evidencing what financial ratios better explain the bankruptcy of the surveyed organizations, which were classified into solvent and insolvent. It follows from the information gathered and the analysis of the results that the discriminant analysis that used the direct method achieved 76.1% accuracy in the classification whereas the stepwise method achieved 68.1%. On the other hand, the cross-validation achieved 70% accuracy in the classification of the selected companies for the sample.

Keywords: Insolvency prediction models. Discriminant Function. Bankruptcy.



1. INTRODUÇÃO

Na gestão financeira, as inovações emergem das demandas de diversos segmentos financeiros, em especial, bancos, empresas participantes do mercado acionário e demais instituições financeiras. A previsão de insolvência, em particular, tem sido tema recorrente de interesse de pesquisadores na área de finanças. Neste contexto, destacam-se os modelos de previsão de insolvência ou falência a partir de fórmulas elaboradas via análise dos indicadores financeiros das organizações. O emprego destas ferramentas de análise tem contribuído para o desenvolvimento de modelos com boa capacidade para indicar futuras concordatárias por meio dos escores obtidos. Tais modelos foram considerados confiáveis. (SANVICENTE; MINARDI, 1998)

Contudo, apesar de haver disponibilidade de modelos, estes não têm sido atualizados de modo a captar as mudanças no ambiente institucional. Estes modelos começaram a surgir em 1929 no auge da Crise Econômica, que teve seu epicentro nos Estados Unidos, visando prever a insolvência das empresas. Em 1932, Paul FitzPatrick realizou o primeiro estudo sobre a falência nas empresas separando-as em dois grupos por meio da análise dos índices financeiros. Após a publicação deste estudo realizado por meio da observação e comparação, algumas técnicas estatísticas que até então não haviam sido utilizadas, entraram em uso nos estudos acerca do tema, tais como a análise discriminante e a regressão logística.

Conforme mencionado anteriormente, as técnicas estatísticas contribuíram no desenvolvimento de outros estudos da mesma espécie. No final da década de 60, Beaver, seguido de Altman, foram os primeiros a utilizar formalmente em um estudo sobre previsão de insolvência de empresas por meio da análise multivariada de dados.

Para Assaf (2010a), esses modelos são considerados não confiáveis, pois não levam em consideração as mudanças econômicas e legais que ocorreram no Brasil nos últimos 20 anos, não se adaptando ao contexto atual do mercado e das organizações.

Diante do exposto, este estudo procurou responder à seguinte pergunta de pesquisa: **Qual o desempenho do novo modelo de previsão de insolvência em relação aos demais existentes?**

Para propor resposta a esta questão, este estudo tem como objetivo propor um modelo inovador de previsão de insolvência a partir de índices financeiros. Quanto à organização, este estudo se apresenta em quatro seções adicionais à esta introdução: inicialmente, efetiva-se a revisão de literatura acerca dos conceitos de insolvência, falência e a Lei de Recuperação de Empresas, assim como os modelos de previsão de insolvência existentes; em seguida, apresenta-se a metodologia utilizada para a consecução do objetivo proposto; por fim, exibem-se os resultados da pesquisa e as considerações finais, limitações e recomendações desta pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Os conceitos de falência e insolvência

A palavra falência deriva do verbo latino *fallere* que significa falsear, faltar, cometer uma falha. Na Idade Média, a falência quando decretada, era considerada uma violação ou infração, se sujeitando assim a punições como prisão e mutilação.

Segundo a ótica legal, a falência é um estado jurídico de direito que fora decretado por um decreto judicial que busca solucionar perante seus credores a situação de insolvência



em que se encontra a organização, garantindo assim os credores do devedor insolvente (LACERDA, 1971; MENDES, 1930; REQUIÃO, 1991).

Do ponto de vista econômico, pode-se afirmar que a falência é o estado no qual não há a disposição por parte de quem recebeu uma prestação a crédito em executar uma contraprestação, ou seja, não há o retorno esperado para selar o crédito adquirido anteriormente, seja pelo motivo de impontualidade ou pelos denominados atos de falência (MENDONÇA, 1962; NEGRÃO, 2009).

Apesar de a impontualidade ser uma das principais características da falência de uma empresa, a execução frustrada também pode caracterizar uma falência assim como os chamados atos de falência, mas mesmo que não tenha nenhum título em atraso, pode ser requerida a falência de uma empresa a partir da realização destes atos (FUHRER, 1999).

As três características acima mencionadas compõem o chamado estado de insolvência, tratado a seguir.

Almeida (2009) trata o estado de insolvência como a incapacidade por parte do devedor de pagar suas dívidas, tendo um passivo maior que seu ativo, ou seja, o devedor assumiu compromissos com os quais não conseguiu cumprir e que eram superiores aos seus rendimentos. Logo, o estado de insolvência, de caráter econômico, antecede o estado de falência, de caráter jurídico.

Como já mencionado, a impontualidade é o critério mais comum que caracteriza a insolvência de uma organização e, conseqüentemente a falência da mesma.

É impontual o devedor que não cumpre com suas obrigações sem que haja motivos jurídicos relevantes, não pagando no vencimento das mesmas, que são materializadas em documentos escritos devidamente protestados, caracterizando a chamada impontualidade. Há a exteriorização da mesma por meio do chamado protesto especial, que deve ser requerido perante o cartório para que seja decretada a falência do devedor (FAZZIO JUNIOR, 1999; ALMEIDA, 2009; FUHRER, 1999).

Segundo Castellani (2008), a execução frustrada na qual o empresário não paga, não deposita e nem nomeia bens à penhora, compõe uma das características do estado de insolvência. Do mesmo modo os chamados atos de falência, que são ações praticadas pela sociedade empresária, estando na chamada insolvência econômica, explicitam-se no quadro abaixo.

Mas existem outros indícios que podem caracterizar o estado de insolvência: quando há a transferência do estabelecimento para terceiro, ausência do empresário, não cumprimento de obrigação assumida no plano de recuperação judicial, simulação de transferência do seu estabelecimento para outrem a fim de prejudicar o credor ou burlar a fiscalização, atrasos de pagamentos, entre outros. (ALMEIDA, 2009).

Para Andrade (1996), o estado de insolvência é caracterizado pela cessação dos pagamentos; quando há a suspensão dos pagamentos, ou seja, a interrupção dos mesmos, caracteriza-se o estado jurídico de inadimplência, sendo que a companhia voltará a pagar quando for acionada judicialmente.

Assim, as três características que identificam o chamado estado de insolvência encontram-se resumidas no quadro 1:

Quadro 1- Características do Estado de Insolvência

ESTADO DE INSOLVÊNCIA		
Impontualidade	Execução Frustrada	Atos de Falência
Quando o devedor, sem nenhuma razão de direito, ou seja, sem nenhuma justificativa,	Quando o devedor citado em processo de execução não paga, não deposita e não nomeia à	Ausência de representante; Retardar pagamentos; Fraudar credores e pagamentos;



deixa de pagar no vencimento obrigação líquida e certa.	penhora bens suficientes dentro do prazo legal.	Simular transferência do estabelecimento; Deixar de cumprir obrigação assumida dentro do prazo; Transferir a empresa a outro sem consentimento dos credores.
---	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores

2.2 A lei de recuperação de empresas (LRE)

A Lei de Recuperação de Empresas nº 11.101 de 9 de fevereiro de 2005 tem como objetivo principal a preservação da empresa em relação aos interesses que em torno dela giram.

As pessoas que estão submetidas à lei são os chamados empresários, sendo aquele que exerce a atividade de forma individual ou numa sociedade empresária. Excluem-se: empresa ou instituição pública, sociedade de economia mista, cooperativa de crédito, entre outras.

Segundo o art. nº 37 da lei mencionada, alguns fatores devem ser levados em conta para a concessão de recuperação econômica: a importância social e econômica da atividade que o devedor exerce no contexto local, regional ou nacional; a mão-de-obra e tecnologia empregada na sua empresa; o volume do ativo e do passivo; o tempo em que foi constituída a empresa e o negócio que desenvolve; o nível de endividamento da empresa e o seu faturamento anual.

De acordo com a lei nº 11.101 existem alguns meios de recuperação judicial da empresa: quando ocorre o vencimento dos prazos e condições para pagamento, quando há a fusão ou cessão das ações da sociedade, arrendamento, aumento do capital social, quando os bens são vendidos de forma parcial, quando há a substituição dos administradores e quando ocorre uma distribuição igual dos encargos financeiros relativos a débitos bancários.

Segundo Almeida (2000), depois de formulado o pedido de recuperação judicial, um plano de recuperação que seja viável e atenda os pressupostos fundamentais, envolvendo todos os créditos deve ser apresentado pelo empresário, estabelecendo um prazo para seu cumprimento, tal plano independe da concordância dos credores. Uma comissão de três membros, cada membro representando uma classe de credores, dos empregados, por exemplo, será formada para fiscalizar a execução do plano de recuperação.

2.3 Os modelos de previsão de insolvência

Os modelos de previsão de insolvência começaram a ser desenvolvidos no século XX, em meados dos anos 30, com o objetivo de verificar a situação de solvência das empresas.

Em 1932, Paul Fitzpatrick realizou o primeiro trabalho desta espécie. Em seu trabalho, comparou 19 empresas que obtiveram sucesso e 19 empresas que foram à falência no período entre 1920 e 1929, nos Estados Unidos. O trabalho foi realizado a partir de dois métodos: o primeiro consistia numa observação de alguns indicadores de desempenho das empresas e havia uma classificação como acima ou abaixo de um valor estabelecido, já o segundo método consistia numa observação de tendência destes mesmos indicadores ao longo do tempo.



Na conclusão do estudo, Fitzpatrick apontou que os índices extraídos de demonstrações contábeis poderiam indicar o risco em que se encontrava a empresa, sendo considerados úteis para verificar a saúde financeira da mesma.

Em 1966, Beaver realizou um estudo sobre a relação entre os índices financeiros e a previsão de falência. Em seu estudo, selecionou uma amostra de 158 empresas do ramo industrial de capital aberto, sendo que 79 delas eram falidas e as outras 79 eram empresas sem dificuldades financeiras, atuando no mesmo setor que as falidas e com valor de ativos próximo, no período de 1954 até 1964. Foram separadas de acordo com sua atuação industrial e agrupadas, totalizando 38 diferentes tipos de indústrias, sendo ranqueadas pelo seu tamanho. Foram coletadas as demonstrações financeiras de cinco anos antes das empresas falirem. Os 30 índices financeiros foram analisados, reunidos em seis grupos. Os índices não estavam correlacionados com o volume de ativos.

Com a análise dos índices, as empresas que não tinham dificuldades financeiras tinham os índices pouco alterados enquanto que as que faliram, os índices foram se deteriorando à medida que se aproximava a falência. Beaver conclui que este tipo de estudo baseado na análise dos índices financeiros pode ser utilizado em diagnósticos e prevenção de insolvência.

Segundo Matarazzo (2003), os modelos de previsão de insolvência mais conhecidos são os de Kanitz, Altman, Elizabetsky, Matias e Pereira, que serão apresentados a seguir.

Em 1978, Kanitz realizou o primeiro estudo de previsão de falências no Brasil pelo método da análise discriminante, que ficou conhecido como Termômetro de Kanitz. Em seu estudo, Kanitz extraiu 516 indicadores a fim de identificar os melhores indicadores financeiros capazes de prever a falência. O estudo visava descobrir com antecedência o possível estado de insolvência com um grau de segurança razoável, para que a organização pudesse mudar seus rumos e evitar a falência. Sua amostra envolveu 49 empresas solventes e 25 empresas insolventes, totalizando uma amostra de 74 empresas, todas de capital aberto.

Em seu modelo de previsão de falência, as empresas consideradas insolventes obtiveram maior grau de precisão. Concluiu que a análise dos índices financeiros é relevante para a previsão de falência mesmo com a imprecisão dos balanços das empresas brasileiras pesquisadas e que a saúde financeira da empresa pode ser mais relevante que o valor do índice pesquisado. A partir desta conclusão, publicou a seguinte fórmula para previsão de falências:

$$Y = 0,05(RP) + 1,65(LG) + 3,55(LS) - 1,06(LC) - 0,33(GE)$$

onde,

RP = Rentabilidade do Patrimônio

LG = Liquidez Geral

LS = Liquidez Seca

LC = Liquidez Corrente

GE = Grau de Endividamento

Este estudo obteve 86,62% de precisão tendo como escore de corte zero, sendo considerada insolvente a empresa que obtiver valor abaixo de -3, zona de penumbra com valor entre -3 e zero, e solvente acima de zero.

Em 1968, Altman desenvolveu o primeiro modelo de previsão de insolvência utilizando técnica estatística de análise discriminante. Este estudo desenvolveu um *Z-Score*, tendo uma amostra de 66 empresas de manufatura, sendo 33 não insolventes e 33 insolventes, no período entre 1946 e 1965. Obteve 90% de confiabilidade do modelo. No Brasil, Altman *et al.* (1979) desenvolveu outro estudo de mesma espécie mas com empresas brasileiras de



diversos ramos como automobilístico, têxtil, varejo, entre outros, com valores de ativos próximos, totalizando uma amostra de 58 empresas, sendo que 23 eram consideradas insolventes e 35 consideradas saudáveis. Quanto mais próximo do ano em que apresentava características de insolvente, maior a precisão e confiabilidade do modelo, este obteve 88% de precisão.

No Brasil, foi testada a seguinte fórmula:

$$Z = -1,44 + 4,03(B_1) + 2,25(B_2) + 0,14(B_3) + 0,42(B_4)$$

onde,

B_1 = Lucros Acumulados / Ativo Total

B_2 = Lucros antes dos juros e imposto de renda / Ativo Total

B_3 = Patrimônio Líquido / Exigível Total

B_4 = Vendas Líquidas / Ativo Total

Para Altman *et al.*(1979), o ponto crítico é zero. Caso a empresa apresente valor Z acima de zero é considerada saudável. Caso apresente valor Z abaixo de zero é considerada com problemas financeiros.

Em 1976, Elizabetsky realizou um estudo sobre previsão de falência de empresas com o objetivo de padronizar o processo de avaliação e concessão de crédito a clientes, sejam eles de pessoa física ou pessoa jurídica. Adotou a análise discriminante como instrumento de análise, foi utilizada uma amostra com 373 empresas do ramo de confecções, no qual 274 destas eram consideradas “saudáveis” e 99 como insolventes, utilizando dados contábeis do ano de 1974. O critério utilizado para caracterizar uma empresa insolvente foi o atraso nos pagamentos, ou seja, a impontualidade. Utilizou 60 índices financeiros que foram reduzidos a 38 após uma análise de correlação. Seu modelo obteve a seguinte fórmula discriminante:

$$Y = 1,93(X_{32}) - 0,20(X_{33}) + 1,02(X_{35}) + 1,33(X_{36}) - 1,12(X_{37})$$

onde,

X_{32} = Lucro Líquido / Vendas

X_{33} = Disponível / Ativo Permanente

X_{35} = Contas a Receber / Ativo Total

X_{36} = Estoques / Ativo Total

X_{37} = Passivo Circulante / Ativo Total

O ponto crítico deste modelo é 0,5. A empresa será considerada solvente quando obtiver valor acima de 0,5. A empresa será considerada insolvente quando obtiver valor abaixo de 0,5. Este estudo obteve 88,9% de precisão na classificação.

Em 1978, Matias realizou um estudo sobre a previsão de insolvência de empresas com o objetivo de contribuir com um modelo matemático para aperfeiçoar a análise de crédito convencional a fim de facilitar a análise de concessão de crédito às pessoas jurídicas. Assim como os autores anteriormente mencionados, adotou a análise discriminante como instrumento de análise. Sua amostra continha 100 empresas, 50 consideradas insolventes e 50 solventes. As demonstrações contábeis analisadas correspondiam ao período de 1977 e 1978, com empresas dos mais diversos ramos de atividade, não ultrapassando cinco empresas por



ramo. A partir da análise correlacional das 40 variáveis consideradas, obteve a seguinte fórmula:

$$Z = 23,792(X_1) - 8,26(X_2) - 9,868(X_3) - 0,764(X_4) - 0,535(X_5) + 9,912(X_6)$$

onde,

X_1 = Patrimônio Líquido / Ativo Total

X_2 = Financiamento e Empréstimos Bancários / Ativo Circulante

X_3 = Fornecedores / Ativo Total

X_4 = Ativo Circulante / Passivo Circulante

X_5 = Lucro Operacional / Lucro Bruto

X_6 = Disponível / Ativo Total

Para Matias (1978), o ponto crítico é zero. Caso a empresa obtenha valor acima de zero, será considerada solvente. Caso tenha valor abaixo de zero, será considerada insolvente. Esta fórmula obteve cerca de 75% de precisão.

Em 1983, Pereira realizou o estudo sobre a previsão de insolvência com o objetivo de desenvolver um modelo capaz de medir e avaliar a saúde financeira das empresas. Também adotou a análise discriminante como instrumento de análise de dados. A amostra era composta por 419 empresas, do setor industrial e comércio, separadas por porte, ramo e região geográfica, no qual 259 eram consideradas boas e 160 insolventes. As demonstrações contábeis analisadas eram referentes aos anos de 1980 à 1983. Em seu estudo, foram elaboradas duas funções discriminantes distintas, uma para as empresas do setor industrial e outra para as empresas do setor comercial. Foi analisado um total de 85 índices financeiros, classificados em três categorias: liquidez, estrutura e rentabilidade. O grupo de índices na categoria rentabilidade apresentou maior eficiência, obtendo a seguinte fórmula:

$$Z = 0,722 - 5,124(E_{23}) + 11,016(L_{19}) - 0,342(L_{21}) - 0,048(L_{26}) + 8,605(R_{13}) - 0,004(R_{29})$$

onde,

E_{23} = Duplicas Descontadas / Duplicatas a Receber

L_{19} = Estoques (Final) / Custo das Mercadorias Vendidas

L_{21} = Fornecedores / Vendas

L_{26} = Estoque Médio / Custo das Mercadorias Vendidas

R_{13} = (Lucro Operacional + Despesas Financeiras) / (Ativo Total – Investimento Médio)

R_{29} = Exigível Total / (Lucro Líquido + 0,1 Imobilizado Médio + Saldo Devedor da Correção Monetária)

Para Pereira (1983), o ponto crítico é zero. Caso a empresa obtenha valor acima de zero, será considerada solvente. Caso tenha valor abaixo de zero, será considerada insolvente, tendo este modelo uma precisão de 73,73%.

3. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Este estudo caracteriza-se, quanto à natureza, como pesquisa aplicada; do ponto de vista de seus objetivos pode ser considerada descritiva; com relação aos procedimentos



técnicos utilizados, segue o delineamento de uma pesquisa correlacional e, portanto, de abordagem quantitativa. Foram utilizados dados secundários disponíveis na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e na Bolsa de Valores de São Paulo.

Desse modo, a amostra do estudo adotada foi a amostragem por conveniência, composta por 92 empresas, inseridas no período de 1995 até 2012. Deste conjunto amostral, 46 falidas e 46 bem sucedidas, num universo de 2139 empresas registradas no CVM.

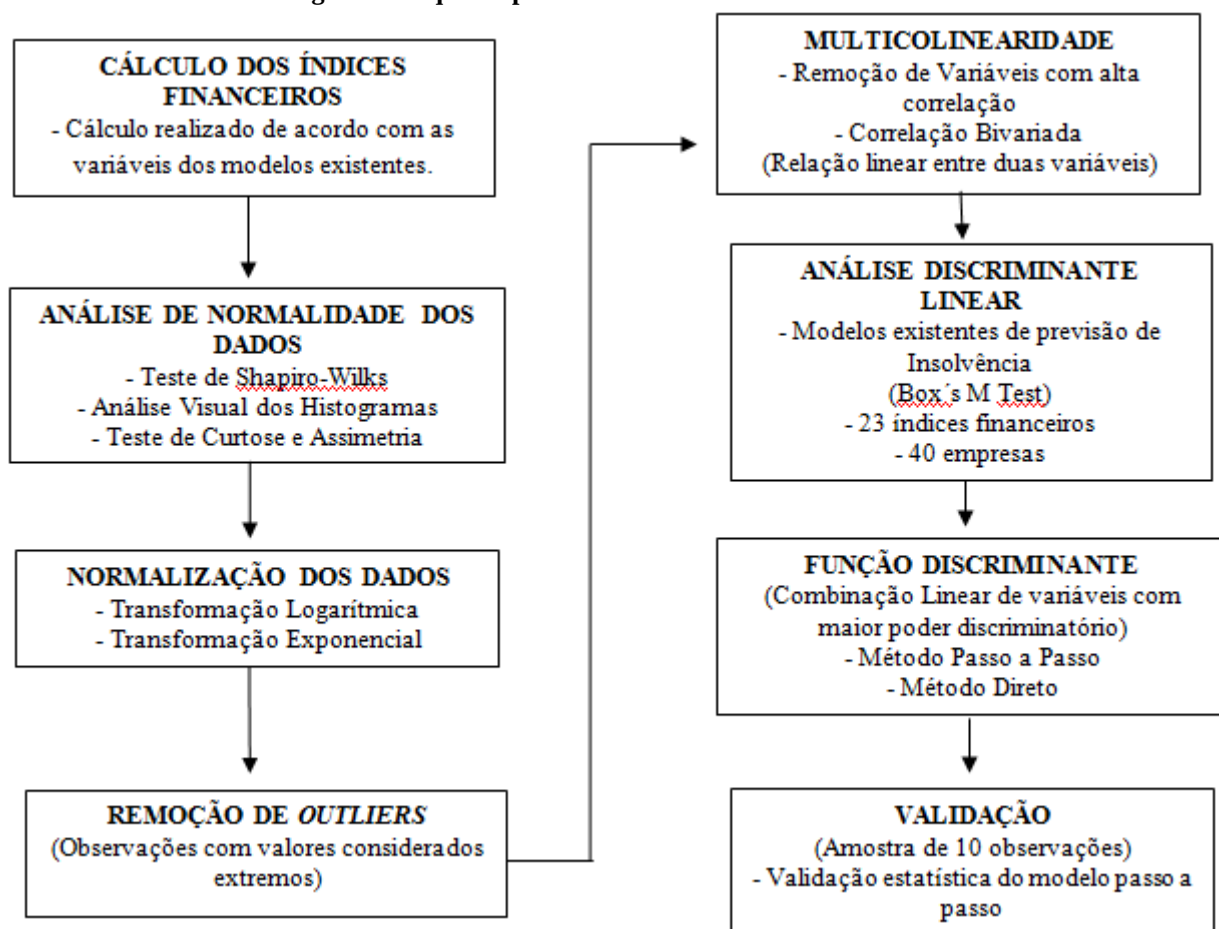
A análise discriminante foi adotada a fim de se conhecer quais os índices financeiros que melhor explicam a falência das empresas, classificando-as em solventes ou insolventes. Para compor a amostra, foram selecionadas 92 empresas, do período de 2000 até 2012. Deste conjunto amostral, 46 falidas e 46 em boas condições financeiras, num universo de 2139 empresas registradas no CVM, destas 1483 falidas e 655 ainda ativas.

Na primeira etapa deste estudo, foram coletados os dados contábeis a partir do banco de dados das empresas, disponibilizado pela CVM. Na segunda etapa, foram calculados os índices financeiros propostos pelos principais autores anteriormente citados.

A análise dos dados baseou-se em técnicas estatísticas multivariadas. Com isso, todos os dados foram padronizados, obtendo uma nova amostra. Em seguida, foi avaliada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilks e Kolgomorov-Smirnov, análise visual dos histogramas, curtose e assimetria. Depois de constatada anormalidade de algumas variáveis por meio da assimetria positiva e negativa, foram realizadas transformações exponenciais e logarítmicas, respectivamente, a fim de corrigir tais anormalidades.

Em seguida, foram verificados dados com valores considerados extremos, sendo removidas estas observações, bem como variáveis que apresentaram alta correlação bivariada. Assim, todos os pressupostos conceituais da análise de dados foram respeitados. Logo em seguida, foi verificada a homogeneidade das matrizes de variância-covariância dos grupos da amostra por meio do Box's M Test. Por fim, foi analisada a existência de diferenças significativas entre os grupos, por meio do Lambda de Wilks. Desse modo, os pressupostos estatísticos foram respeitados.

Os delineamentos metodológicos/procedimentais adotados na análise dos dados deste estudo estão explicitados na Figura 1 a seguir.

**Figura 1: Esquema procedimental de análise dos dados**

Fonte: Elaborado para este estudo.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção, apresentam-se os resultados da pesquisa, idealizando inicialmente, a análise dos índices financeiros realizados e, posteriormente, a análise discriminante e seus resultados.

Para esta análise, foram utilizados 27 índices financeiros propostos pelos autores dos modelos de previsão de insolvência anteriormente citados. Foram considerados com maior poder discriminatório, excluindo-se três índices devido a não compatibilidade da estrutura dos balanços contábeis atuais em relação ao período que foram desenvolvidos tais estudos e um índice devido à repetição por parte de dois autores em seus modelos, resultando na utilização para tal análise de 23 índices (variáveis), sendo que a análise foi feita baseada nos Balanços Patrimoniais e Demonstrações de Resultado de Exercício das companhias que compõem a amostra.

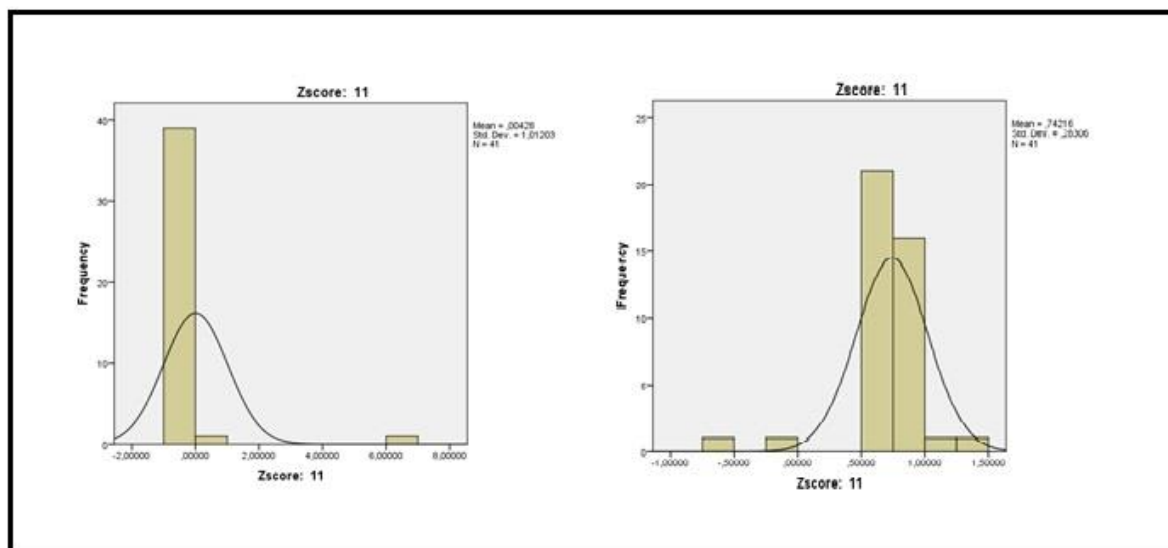
Conforme Hair *et al.*(2005) recomenda, os dados devem ser tratados inicialmente por uma análise exploratória e de preparação para a análise multivariada. Esta etapa constituiu em uma análise da normalidade, curtose, assimetria e valores atípicos (*outliers*). De acordo com os testes de Shapiro-Wilks e Kolgomorov-Smirnov os dados foram considerados com uma distribuição normal.



Na curtose, Hair *et al.* (2005) afirma que uma curva quando excede +3 é muito aguda e muito achatada quando é menor que -3, assim, este estudo apresentou 15 variáveis com problemas de curtose.

Enquanto na assimetria, Schumaker e Lomax (2004) afirmam que valores acima de +3 são considerados assimétricos positivos e abaixo de -3 assimétricos negativos, sendo que este estudo apresentou inicialmente as variáveis 1, 6, 7, 10, 15, 18, 20, 22, 23 com assimetria negativa e as variáveis 5, 11, 13, 14, 16, 19, 21 com assimetria positiva. A fim de reduzir tais assimetrias, Tamhane e Dunlop (2000) propõem que para uma distribuição assimétrica positiva, se proceda a transformação logarítmica $x \rightarrow \log(x)$. Já para uma distribuição assimétrica negativa, propõem o inverso da transformação logarítmica, ou seja, a transformação exponencial. Depois de aplicadas tais transformações, apenas cinco variáveis foram consideradas assimétricas. Com o intuito de verificar tal aspecto analisou-se a variável 11 que obteve o maior valor de distribuição assimétrica positiva dentre as demais, conforme o quadro a seguir:

Quadro 2- Histogramas da variável original e modificada



Fonte: Elaborado pelos autores

No histograma esquerdo do quadro acima, encontra-se a variável analisada originalmente, já no histograma do lado direito, o resultado da variável depois de aplicada a transformação logarítmica.

Já para os chamados valores atípicos, a partir da análise dos histogramas, as observações 31, 35, 40 e 44 foram eliminadas, pois apresentavam valores anormais.

Em relação às variáveis que apresentaram alta correlação bivariada, segundo a correlação de Pearson, qualquer valor acima de +0,7 ou abaixo de -0,7 apresentam uma forte correlação. As variáveis 3 e 4 apresentaram uma correlação de 0,935; sendo excluída a variável 4 devido ao critério de assimetria ser maior que a variável 3.

Após o preparo dos dados, a seguinte etapa é a análise discriminante. Esta técnica estatística foi desenvolvida por meio de duas funções discriminantes: método direto e passo a passo. Segundo Malhotra (2006), a análise discriminante pelo método direto é a técnica estatística de modo que todas as variáveis explicativas sejam incluídas simultaneamente na função. Já a análise discriminante pelo método passo a passo consiste na análise das variáveis explicativas que são introduzidas na função, sequencialmente, de acordo com a capacidade das mesmas de discriminação entre os grupos.



A função discriminante pelo método direto obteve resultados satisfatórios, atendendo os pressupostos estatísticos e conceituais, exceto o pressuposto da existência de homogeneidade das matrizes de variância e covariância que é verificado pelo teste Box's M, sensível ao tamanho da amostra, neste estudo, uma limitação do mesmo e conforme Hair *et al.* (2005) recomenda de cinco observações para cada variável. Já a estatística de Lambda de Wilks, a variável 16 apresentou valor um, sendo irrelevante quanto à sua discriminação. As demais variáveis apresentaram valor próximo a um, tendo pouco poder discriminante, exceto as variáveis 10 (Lucro Líquido / Vendas), 22 (Estoque Médio / Custo das Mercadorias Vendidas) e 23 (Lucro Operacional + Despesas Financeiras / Ativo Total – Investimento Médio) que compuseram a função discriminante por etapas e obtiveram valores próximos a zero, tendo maior poder discriminante. Observam-se as variáveis no quadro a seguir, com suas respectivas cargas discriminantes:

Quadro 3- Função Discriminante pelo método direto

FUNÇÃO DISCRIMINANTE					
VARIÁVEIS	CARGAS	VARIÁVEIS	CARGAS	VARIÁVEIS	CARGAS
Zscore: 1	0,256	Zscore: 10	-13,218	Zscore: 18	0,422
Zscore: 2	0,213	Zscore: 11	0,930	Zscore: 19	0,060
Zscore: 3	0,143	Zscore: 12	-0,134	Zscore: 20	0,114
Zscore: 5	0,430	Zscore: 13	0,007	Zscore: 21	-0,332
Zscore: 6	-0,532	Zscore: 14	0,246	Zscore: 22	-0,969
Zscore: 7	0,299	Zscore: 15	0,162	Zscore: 23	-0,584
Zscore: 8	0,323	Zscore: 16	-0,139	(Constante)	1,351
Zscore: 9	0,068	Zscore: 17	0,140		

Fonte: Elaborado pelos autores

Esta função discriminante obteve 76,1% de precisão na classificação das observações.

Já a função pelo método passo a passo obteve resultados satisfatórios também e atendeu a todos os pressupostos desta técnica estatística envolvida, exceto o teste de Box's M pela mesma razão da função pelo método direto. As variáveis 10, 22, e 23 obtiveram maior carga discriminante, compondo assim a seguinte função:

$$Z = -0,032 + 13,108X_{10} + 1,189X_{22} - 0,664X_{23}$$

Esta função discriminante obteve 68,2% de precisão na classificação das observações.

A fim de prever a situação econômica da organização, por meio destas funções, há o chamado escore de corte. De acordo com Hair *et al.* (2005), o escore de corte é o critério que determina a partir do escore discriminante de cada observação em qual grupo a observação deve ser classificada. Sendo o grupo de insolventes menor que o de solventes, devido à exclusão dos valores atípicos, respectivamente 42 e 46 observações, bem como -0,644 e 0,705 de centróides, determinando assim o seguinte escore de corte:

$$Z_c = 0,061$$

Qualquer valor acima deste escore, a empresa é considerada solvente, caso seja abaixo, insolvente.



Para Hair *et al.*(2005), a fim de proceder à validação estatística do modelo pelo método passo a passo no qual se busca obter uma validação interna e externa do mesmo, por meio da validação cruzada que geralmente é realizada com a amostra original; será utilizada uma amostra com 10 observações escolhidas aleatoriamente dentre a amostra original, composta por cinco empresas consideradas insolventes e cinco com boa saúde financeira.

Tal validação será realizada por meio de uma comparação com os demais autores dos modelos existentes a fim de confrontar a precisão dos modelos, conforme o quadro a seguir:

Quadro 4- Validação dos modelos de previsão de insolvência

EMPRESA	VALIDAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA						
	ALTMAN	ELIZABE.	KANITZ	MATIAS	PEREIRA	PREVISÃO NOVO MODELO	SITUAÇÃO REAL
SADIA S.A	Insolvente	Insolvente	Insolvente	Solvente	Solvente	Insolvente	Insolvente
ECISA	Insolvente	Insolvente	Solvente	Solvente	Insolvente	Solvente	Insolvente
TCO	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente	Insolvente
POLITENO	Solvente	Insolvente	Solvente	Solvente	Insolvente	Insolvente	Insolvente
JARI	Insolvente	Insolvente	Solvente	Insolvente	Insolvente	Insolvente	Insolvente
CIA CAC.	Solvente	Insolvente	Solvente	Solvente	Insolvente	Solvente	Solvente
LIGHT	Insolvente	Insolvente	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente
WETZEL	Insolvente	Insolvente	Solvente	Insolvente	Solvente	Insolvente	Solvente
PORTOBELO	Solvente	Insolvente	Insolvente	Insolvente	Insolvente	Solvente	Solvente
CIA HID.	Insolvente	Insolvente	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente	Solvente
PERCENTUAL DE PRECISÃO	50%	40%	50%	40%	60%	70%	100%

Fonte: Elaborado pelos autores

Esta função discriminante desenvolvida pelo método *stepwise* ou por etapas obteve o maior índice de classificação correta se comparado com os demais autores citados, obtendo 70% de precisão na amostra selecionada, próximo ao índice de classificação obtido da função que foi de 68,1%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Propostas inovadoras na área financeira, em particular, novos modelos de previsão de insolvência podem auxiliar investidores a melhor avaliar o preço teórico justo das ações das companhias abertas contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de negociação que maximizem valor destas organizações sob a ótica da sustentabilidade econômica.

Os resultados obtidos neste estudo podem ser confrontados com aqueles obtidos por outros autores e seus respectivos modelos de previsão de insolvência, uma vez que tinham como objetivo propor uma função discriminante capaz de classificar as empresas de diversos segmentos em solvente ou insolvente.

Este estudo buscou atender todos os pressupostos, conceituais e estatísticos, que envolvem a análise discriminante. Enquanto Kanitz (1978), não considerou o tamanho da amostra em relação ao número de variáveis, ou seja, o número de variáveis era muito superior ao número de observações, por exemplo, neste estudo este aspecto foi levado em consideração.

Embora esta proposta obteve o maior índice de classificação correta se comparado com os demais autores citados, algumas limitações destacam-se: inicialmente, aponta-se o tamanho da amostra, pois o período de análise foi delimitado entre 1995 e 2012, sendo o pressuposto estatístico do *Box's M Test* sensível a tal fato.



Outra limitação está relacionada à disponibilidade dos dados contábeis das organizações de capital aberto, uma vez que na base de dados consultada muitas empresas não apresentavam todos os indicadores necessários para o cálculo dos diversos índices adotados.

Quanto à precisão este estudo obteve 68,1% de classificação correta por meio da função discriminante pelo método *stepwise*, tendo como variáveis com maior poder discriminante a número 10, 22 e 23, considerando a retirada de *outliers* e variáveis com alto grau de correlação que elevou a capacidade de acertos do modelo para tal percentual. Já para o modelo direto de análise discriminante, a função obteve 76,1% de classificação correta, considerando todas as variáveis, tendo um percentual maior que Matias (1978) e Pereira (1983).

A validação cruzada realizada com uma amostra de 10 observações da amostra original obteve, por meio da função discriminante pelo método *stepwise* desenvolvida neste estudo, um percentual de acertos de 70%, resultado superior se comparado com os cinco modelos citados no trabalho.

Em consequência das constantes alterações nos cenários econômico e legal, emerge a demanda por adequação dos modelos periodicamente frente à nova realidade de mercado. Portanto, os modelos devem ser revisados periodicamente devido à tais mudanças, já que estão inseridas num contexto socioeconômico e legal distinto daquele que vigorava quando desenvolvidos os modelos de previsão de insolvência pesquisados.

Finalmente, a função discriminante obtida corroborou a consecução do objetivo deste trabalho, ou seja, foi desenvolvida uma função capaz de auxiliar na previsão de falências de empresas.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Amador Paes de. **Curso de falência e recuperação de empresa**. 25 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

_____. **Curso de falência e recuperação de empresa**. 18 ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

ALTMAN, Edward I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. **The Journal of Finance**, SI, v. 23, n.4, p. 589-609, 1968.

_____; BAIDYA, Tara K. N.; DIAS, Luiz M. R. Previsão de problemas financeiros em empresas. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v.19, n.1, p. 17-28, 1979.

ANDRADE, Jorge. **Manual de falências e concordatas**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

ASSAF, Alexandre. **Estrutura e Análise de Balanços: um enfoque econômico-financeiro**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2010a.

BEAVER, William H. Financial Ratios as Predictors of Failure. **Journal of Accounting Research**, Vol. 4, Supplement, pp. 71-111, 1966.

BM&F BOVESPA, Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo. **Sobre a Bolsa**. 2011. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/>>. Acesso em 1 set. 2014.



BRASIL. **DECRETO-LEI Nº 7.661**, de 21 de junho de 1945. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del7661.htm>. Acesso em: 22 mai. 2014.

_____. **LEI Nº 11.101**, de 9 de fevereiro de 2005. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111101.htm>. Acesso em 22 mai. 2014.

CARVALHO DE MENDONÇA, J. X. **Tratado de direito comercial brasileiro**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1962.

CASTELLANI, Fernando A. **A empresa em crise: falência e recuperação judicial de empresas**. São Paulo: Saraiva, 2008.

CVM, Comissão de Valores Mobiliários. **Relatório de Inadimplência**. 2011. Disponível em <<http://www.cvm.gov.br>>. Acesso em 1 set. 2014.

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

FAZZIO JUNIOR, Waldo. **Lei de falências e concordatas comentada**. São Paulo: Atlas, 1999, p. 24-44.

FISHER, R. A. The use of multiple measurements in taxonomic problems. **Annals of Eugenics** 7: 1936, p. 179-188.

FITZPATRICK, Paul J., Ph.D. 1932. "A Comparison of the Ratios of Successful Industrial Enterprises With Those of Failed Companies". The Certified Public Accountant Beaver 1968. **Journal of Accounting Research**. (In three issues: October, 1932, p. 598-605; November, 1932, p. 656-662; December, 1932, p. 727-731

FUHRER, Maximilianus C. A. **Roteiro das falências e concordatas**. 16 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1999.

HAIR, Joseph. **Multivariate Data Analysis**. 6 ed. Prentice Hall, 2005.

KANITZ, Stephen Charles. **Como prever falências**. 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1978.

LACERDA, J. C. Sampaio de. **Manual de direito falimentar**. 5 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1999.

MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MATARAZZO, Dante. **Análise Financeira de Balanços: abordagem básica e gerencial**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATIAS, Alberto Borges. **Indicadores Contábeis e Financeiros de Previsão de Insolvência**: a experiência da pequena e média empresa. 1976. Tese (Livre-Docência) –



IV SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 1976.

MENDES, Octávio. **Falências e concordatas**. São Paulo: Saraiva, 1930.

NEGRÃO, Ricardo. **Aspectos objetivos da Lei de Recuperação de Empresas e Falência**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

REQUIÃO, Rubens. **Curso de direito falimentar**. São Paulo: Saraiva, 1984.

SCHUMACKER, R. E.; LOMAX, R. G. **A beginner's guide to structural equation modeling**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2004.

SILVA, José Pereira da. **Administração de Crédito e Previsão de Insolvência**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1983.

TAMHANE, Ajit C.; DUNLOP, Dorothy D. **Statistics and Data Analysis – from elementary to intermediate**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2000. Cap.4