



CADUCIDADE DOS CONTRATOS DE CONCESSÃO

ANÁLISE DE INDICADORES QUE EXPLICAM O FRACASSO DAS CONCESSIONÁRIAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

TERMINATION OF CONCESSION CONTRACTS

An Analysis of Indicators Associated with the Failure of Transmission Concessionaires

Thaís Barbosa Coelho

Mestre em economia pelo Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP). Graduada em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

Especialista em regulação de serviços públicos na Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0339918083867290>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-6983-1353>

E-mail: thaiscoelho@aneel.gov.br

Thiago Costa Monteiro Caldeira

Doutor em economia pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Mestre em economia pela Universidade de Brasília (UnB). Bacharel em economia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor e diretor no Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3266480965849145>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8885-825X>

E-mail: thiago.caldeira@idp.edu.br

Sérgio Jurandyr Machado

Doutor em administração de empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Mestre em international financial markets pela Universidade de Southampton (UK). Bacharel em economia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Auditor Federal de Finanças e Controle (AFFC) da Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3703364792909554>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-5305-4120>

E-mail: sergio.machado@idp.edu.br



RESUMO

O setor de transmissão de energia elétrica brasileiro tem grande relevância, por ser o responsável pelo transporte de grandes blocos de energia entre os centros de geração e os de consumo. Nos serviços públicos essenciais, operados pela iniciativa privada em regime de concessão, é preciso que o poder público acompanhe as ações do gestor privado, para, se necessário, antecipar decisões e evitar prejuízos à sociedade. Este estudo analisou as caducidades ocorridas no segmento de transmissão de energia elétrica, para identificar possíveis aspectos indicativos do fracasso dos contratos de concessão. Para tanto, foram utilizadas informações contábeis de empresas desse segmento e aplicadas duas metodologias: análise discriminante dos dados e regressão logística. Os resultados obtidos, além de demonstrarem que a análise discriminante é o método mais consistente para a predição pretendida, indicaram que o valor do empréstimo de longo prazo e o do patrimônio líquido (*equity* integralizado), ambos na proporção do investimento previsto – despesa de capital, em inglês *Capital Expenditure* (CapEx), são as variáveis mais relevantes para detecção *ex ante* das empresas que caminham para a caducidade. Verificou-se que o sinal de alerta do fracasso na implantação do empreendimento é a constatação de que os valores de tais variáveis estão baixos e, ainda, que as empresas bem-sucedidas nessa implantação foram as que começaram a contabilizar empréstimos de longo prazo no início das obras. Este artigo contribui para a literatura sobre o tema ao demonstrar como os dados contábeis podem ser utilizados pelo órgão regulador desses contratos, na tomada de decisões, para atuação preventiva.

Palavras-chave: transmissão de energia elétrica; caducidade; análise discriminante; regressão logística; indicadores; contratos de concessão.

ABSTRACT

The Brazilian electricity transmission sector is highly significant, as it's responsible for transporting large blocks of energy between generation centers and consumption hubs. In essential public services operated by private initiative under concession, it's crucial for the public authorities to monitor the private manager's actions to, if necessary, anticipate decisions and prevent losses to society. This study analyzes contract revocations that occurred in the electricity transmission segment to identify possible aspects indicative of the failure of concession contracts. To achieve this, accounting information from companies in this segment was used, and two methodologies were applied: discriminant analysis of the data and logistic regression. The results obtained, in addition to demonstrating that discriminant analysis is the most consistent method for the intended prediction, indicated that the value of the long-term loan and the shareholders' equity (paid-in equity), both in proportion to the expected investment – Capital Expenditure (CapEx), are the most relevant variables for the ex ante detection of companies heading towards revocation. It was found that the warning sign of failure in project implementation is the observation that the values of these variables are low. Furthermore, the companies successful in this implementation were those that began accounting for long-term loans at the beginning of the construction work. This article contributes to the literature on the



topic by demonstrating how accounting data can be used by the regulatory body of these contracts in decision-making for preventive action.

Keywords: *power transmission; revocation; discriminant analysis; logistic regression.*

Data de submissão: 8 de abril de 2024

Data de aprovação: 16 de junho de 2025

1. INTRODUÇÃO

As concessões de transmissão de energia elétrica são precedidas de licitação, por força das Leis 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 (Brasil, 1995a), e 9.074, de 7 de julho 1995 (Brasil, 1995b), e formalizadas por meio de contratos de concessão. Tais contratos preveem período de implantação das instalações de transmissão de energia elétrica e período de operação comercial dessas instalações, em que o serviço é efetivamente prestado. Assim, como contrapartida, a concessionária recebe a receita anual permitida (RAP), resultante da licitação – valor anual, pago em duodécimos mensais. Em caso de inobservância das obrigações decorrentes dos contratos, a concessionária está sujeita a vários tipos de penalidades, sendo a caducidade da concessão a penalidade mais grave. Destaca-se, como evento motivador da declaração de caducidade pelo poder concedente, a perda das condições econômicas para manter a adequada prestação do serviço concedido ou permitido, conforme inciso IV do § 1º do art. 38 da Lei 8.987/1995 (Brasil, 1995a). Considerando esse contexto, observa-se que o período mais sensível para o contrato de concessão é o de implantação das instalações, uma vez que é nele que o empreendedor realiza o desembolso principal, ainda sem recebimento de receitas vinculadas à concessão.

Dos 374 contratos de concessão de transmissão de energia elétrica celebrados de 1999 até 2021, 7,5% tiveram outorgas caducadas. Verificou-se, ainda, que todas as caducidades formalizadas em outorgas de transmissão, nesse segmento, ocorreram no período de implantação e estavam associadas, dentre outros fatores, à sustentabilidade econômico-financeira da concessionária.

As análises de recomendação de caducidade de contratos de transmissão realizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) basearam-se, primordialmente, nos descumprimentos dos marcos do cronograma físico de implantação do empreendimento. Não existe, no aspecto econômico-financeiro, no âmbito do regulador, critério objetivo de identificação da incapacidade da concessionária para manutenção da outorga.

Diante de tal realidade, realizou-se este estudo, com o objetivo de identificar possíveis aspectos indicativos da caducidade dos contratos de concessão. A pesquisa buscou responder à seguinte questão-problema: quais indicadores econômico-financeiros das concessionárias são capazes de explicar o fracasso na implantação dos empreendimentos de transmissão de energia elétrica licitados?

A relevância da presente pesquisa consiste na resposta a essa questão, uma vez que os resultados e achados podem tanto aprimorar a gestão das outorgas pelos entes públicos



quanto facilitar a identificação de eventual insustentabilidade econômico-financeira que conduza à perda irremediável das condições necessárias à implantação do empreendimento licitado. A identificação antecipada de provável caducidade permite a busca de solução mitigadora, em razão da não entrega do serviço, com vistas a não comprometer o suprimento de energia elétrica e a confiabilidade do sistema de transmissão. Ademais, pode ser útil ao setor privado, especialmente ao setor financeiro, na avaliação dos riscos de crédito para os empreendimentos de transmissão de energia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Desde meados do século XX, estudiosos buscam utilizar as demonstrações financeiras das firmas como instrumentos de previsão de solvência. Inicialmente, eram empregadas análises univariadas¹ de indicadores, destacando-se a contribuição de Beaver (1966), que realizou verificação empírica da capacidade preditiva dos dados contábeis, a partir da média dos indicadores de cada grupo – empresas falidas e não falidas.

Contudo, a análise univariada é suscetível a interpretações duvidosas e potencialmente confusas, por não considerar os indicadores financeiros das empresas de forma simultânea (Altman, 2013). Por isso, surgiu a necessidade de combinar as várias medidas financeiras em modelo preditivo multivariado. Técnicas de análise multivariada passaram, então, a ser empregadas nesse contexto. Duas delas, a análise discriminante e a regressão logística, figuram entre as mais utilizadas no exame do risco de crédito, ambas com o objetivo de “prever ou explicar as bases para a pertinência de cada objeto a um grupo, por meio de um conjunto de variáveis independentes, selecionadas pelo pesquisador” (Hair Jr. *et al.*, 2009, p. 224).

Altman (2013) discutiu a análise discriminante em profundidade e desenvolveu, em 1968, modelo basilar de risco de insolvência – o Z-Score, associado a essa técnica. Tratava-se de análise linear de 22 variáveis potencialmente úteis, coletadas das informações financeiras declaradas pelas empresas e classificadas em cinco categorias, a saber, liquidez, rentabilidade, alavancagem, solvência e atividade. A amostra inicial em que o autor se baseou era composta por 66 corporações, com 33 empresas em cada um dos grupos – falidas e não falidas, sendo que o segundo grupo consistia em amostra pareada, por setor e tamanho, com o primeiro grupo.

Diversos modelos baseados na análise discriminante foram desenvolvidos depois disso, mas, conforme levantamento realizado por Guimarães e Moreira (2008), o Z-Score foi o que apresentou maior índice de acerto na predição (93,9%).

Por sua vez, Ohlson (1980) utilizou a regressão logística para desenvolver modelos preditores de falência, utilizando dados de empresas observadas entre 1970 e 1976. A amostra foi composta por 105 que faliram nesse período e por 2.058 que permaneceram ativas. As taxas de erro de previsão dos modelos foram maiores do que as obtidas tanto no estudo original

1 Análises que visam a compreender a distribuição de valores de uma única variável.



de Altman, em 1968, quanto na maioria dos outros estudos, que usaram dados extraídos de períodos anteriores a 1970.

Considerando-se estudos mais recentes, Guimarães e Moreira (2008) elaboraram abordagem para prever a insolvência de empresas brasileiras, utilizando análise discriminante, com base em indicadores contábeis. O modelo proposto apresentou índice de acerto de 86% e permitiu concluir que os indicadores contábeis com maior poder de previsão de insolvência estavam relacionados às decisões financeiras da empresa quanto à estrutura de ativos, estrutura de capital e geração de caixa.

Gimenes e Uribe-Opazo (2001) utilizaram as duas técnicas estatísticas – análise discriminante e regressão logística – com o objetivo de construir modelos de previsão de insolvência para sociedades cooperativas agropecuárias paranaenses, a partir dos demonstrativos contábeis dessas entidades. Os autores concluíram, então, que o modelo discriminante obteve melhor desempenho preditivo, pois minimizou o erro do tipo I – classificar como solvente cooperativa insolvente.

O número de estudos restritos a empresas do setor de energia é relativamente pequeno na literatura sobre o assunto, em especial aqueles com foco em empresas brasileiras. Na literatura nacional, destaca-se o trabalho realizado por Scalzer, Rodrigues e Macedo (2015), que utilizou regressão logística para identificar as variáveis financeiras e operacionais mais relevantes até dois anos antes da ocorrência de insolvência em distribuidoras de energia elétrica.

Na literatura internacional, destaca-se o estudo de Doumplos *et al.* (2017), voltado ao setor de energia europeu, que propôs modelo de previsão de falência corporativa com base em abordagem de decisão multicritério. A proposta considerou não apenas as variáveis financeiras das empresas, mas também os dados relacionados à economia, aos negócios e ao meio ambiente de cada país, além de características específicas do mercado de energia elétrica local. Os autores constataram que os dados referentes à qualidade e confiabilidade das redes de energia; à sustentabilidade energética; e ao tamanho e grau de abertura do mercado de energia de um país podem fornecer informações adicionais valiosas para a previsão de falência, superando, em alguns casos, os dados tradicionais das empresas e do ambiente macroeconômico.

Não foram identificadas pesquisas de previsão de falhas específicas para o segmento de transmissão de energia elétrica. Nesse segmento, os investimentos são realizados por meio de contratos de dívida privada, na modalidade de *project finance*. Geralmente, os contratos de financiamento são celebrados na fase de implantação dos empreendimentos e quitados ao longo do período de operação comercial, quando a transmissora faz jus à receita, pela prestação do serviço.

Uma característica usual desses contratos é a existência de *covenants* – compromissos assumidos pelos devedores, em grande parte relacionados às suas demonstrações financeiras, que servem para proteger os interesses dos credores. Desta forma, esses mecanismos devem estar associados a informações que possam indicar eventual incapacidade do devedor de honrar com o pagamento da dívida. No caso das transmissoras



de energia elétrica, tal condição pode sinalizar que o empreendimento não terá condições econômico-financeiras de ser implantado.

De acordo com Borges (1999), os *covenants* mais utilizados em *project finance* são os seguintes: *i)* limitação do grau de endividamento da empresa; *ii)* limitação ou impedimento para contrair novas obrigações; e *iii)* manutenção de capital de giro mínimo. Lima (2014) cita, ainda, a existência de outros compromissos frequentes, como a limitação na distribuição de dividendos acima do mínimo obrigatório; o compromisso de aporte de capital pelos acionistas; a proibição de alteração no controle acionário; a proibição de concessão de garantias para terceiros; a manutenção de capital de giro mínimo; e a exigência de índice mínimo para cobertura do serviço da dívida.

Contudo, de forma mais abrangente, Demerjian e Owens (2016) obtiveram definições padrão dos *covenants* mais utilizados em contratos de financiamento privados, em estudo sobre a probabilidade de violação dessas cláusulas restritivas. Os autores utilizaram bancos de dados contendo informações globais sobre contratos de dívida privada. Esses *covenants* e suas definições são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Covenants mais utilizados em contratos de financiamento privado

Covenants	Definição
Cobertura de juros mínima	EBITDA ² /Despesa com juros
Cobertura de juros pagos mínima	EBITDA/Juros pagos
Cobertura de carga fixa mínima	EBITDA/(Despesa com juros + principal + despesa com aluguéis)
Cobertura do serviço da dívida mínima	EBITDA/(Despesa com juros + principal)
Dívida / EBITDA máxima	Dívida/EBITDA
Dívida de longo prazo / EBITDA máxima	Dívida de longo prazo/EBITDA
Alavancagem máxima	Dívida/Ativo
Alavancagem principal máxima	Dívida de longo prazo/Ativo
Dívida pelo patrimônio líquido tangível máxima	Dívida/(Patrimônio líquido, ativo intangível)
Dívida pelo patrimônio líquido máxima	Dívida/Patrimônio líquido
Liquidez corrente mínima	Ativo circulante/Passivo circulante

2 Sigla, em inglês, para *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*.



Covenants	Definição
Quick ratio mínimo	(Contas a receber + caixa e equivalentes)/Passivo circulante
EBTIDA mínimo	EBTIDA
Patrimônio líquido mínimo	Patrimônio líquido
Patrimônio líquido tangível mínimo	Patrimônio líquido, ativo intangível

Fonte: elaborado pelos autores, com base no trabalho de Demerjian *et al.* (2016).

3. METODOLOGIA

Para estimar a importância relativa dos indicadores financeiros na previsão de sucesso no desenvolvimento dos empreendimentos de transmissão de energia foram utilizados os dados dos balancetes mensais padronizados (BMPs) das transmissoras, disponibilizados pela Aneel (Brasil, 2024), que permitiram replicar os *covenants* descritos em Demerjian e Owens (2016), aplicáveis no contexto da pesquisa. Os indicadores obtidos foram utilizados, como variáveis de teste, em modelos de análise discriminante múltipla e de regressão logística, para avaliação comparativa dos resultados.

De acordo com a Aneel, no segmento de distribuição de energia elétrica brasileiro, são monitorados 16 indicadores, representativos das sete dimensões das distribuidoras de energia, a saber, endividamento, eficiência, investimentos, rentabilidade, *payout ratio*, operacional e renovação dos contratos. O acompanhamento desses indicadores possibilita a utilização da dimensão econômico-financeira das concessionárias de distribuição como instrumento de prevenção ao risco sistêmico no setor elétrico e de desenvolvimento de mercado mais robusto (Brasil, 2016a).

Entretanto, uma vez que a totalidade das empresas analisadas neste artigo encontrava-se em fase pré-operacional, algumas variáveis, como a frequência de interrupção na prestação do serviço, não poderiam estar disponíveis. Desta forma, foi considerada tão somente a influência indireta do ambiente macroeconômico sobre os indicadores.

3.1 MÉTODOS EMPREGADOS

A análise discriminante e a regressão logística são descritas a seguir, por meio das equações (1) e (2), respectivamente:

$$Z_{jk} = a + W_1X_{1k} + W_2X_{2k} + \dots + W_nX_{nk} \quad (1)$$

em que:

Z_{jk} = escore Z discriminante da função discriminante j para o objeto k



a = intercepto

W_i = peso discriminante para a variável independente i

X_{ik} = variável independente i para o objeto k

$$\text{Logit } i = \ln \frac{((\text{prob evento})/ (1-\text{prob evento}))}{b_0 + b_1X_1 + \dots + b_nX_n} \quad (2)$$

em que:

Logit i = valor logit do objeto i

prob evento = probabilidade de sucesso do objeto i

b_n = coeficiente da variável independente n

X_n = variável independente n para o objeto i

Segundo Hair Jr. *et al.* (2009), a função discriminante é composta por variável estatística discriminante, chamada *escore Z*, que é a combinação linear das duas ou mais variáveis independentes com melhor capacidade de discriminar os objetos nos grupos definidos *a priori*. Nesse método, a igualdade das matrizes de covariância e a multicolinearidade entre as variáveis independentes podem reduzir sensivelmente o impacto estimado dessas variáveis. Quando se aplica o método *stepwise*³, uma forma de avaliar o poder discriminatório das variáveis de teste é por meio dos valores *F* parciais – quanto maiores esses valores, maior a capacidade da variável de distinguir entre os grupos analisados.

Já a regressão logística, de acordo com os mesmos autores, apresenta a vantagem de ser menos afetada do que a análise discriminante, quando as suposições básicas, particularmente a normalidade das variáveis, não são satisfeitas. Nessa regressão, ao invés de minimizar os mínimos quadrados, busca-se maximizar a probabilidade de que um evento ocorra, pelo uso da máxima verossimilhança na estimação. Assim, a probabilidade de sucesso de cada objeto pode ser obtida a partir do valor logit, que é a medida dependente da equação (2). Essa análise foi realizada por meio do programa R, que é um software livre voltado à computação estatística e elaboração de gráficos.

3.2 VARIÁVEIS DE TESTE

Nos métodos de análise apresentados no item anterior, os *covenants* descritos por Demerjian e Owens (2016) representam as variáveis independentes (variáveis explicativas), com exceção

3 O processo de estimação *stepwise* é aquele no qual as variáveis independentes entram, sequencialmente, de acordo com o poder discriminatório que elas acrescentam à previsão de pertinência no grupo (Hair Jr. *et al.*, 2009).



daqueles que utilizam as informações de despesas com juros e juros pagos. De modo geral, a estruturação econômico-financeira dessas outorgas é feita de forma que as concessionárias financiem as próprias atividades no período de implantação e paguem suas dívidas – e os juros associados a elas – apenas no período de operação comercial, quando há o recebimento da RAP.

Além disso, como ainda não existe recebimento de receita no período de implantação, utilizou-se, como *proxy* do EBITDA, a diferença entre o valor da RAP disponível nos contratos de concessão e os custos operacionais calculados com os parâmetros regulatórios utilizados pela Aneel – multiplicação do percentual de operação e manutenção pelo CapEx regulatório, que é o utilizado no cálculo da RAP teto da licitação.

Por fim, de acordo com Lima (2014, p. 12), “em geral, os patrocinadores aportam [...] entre 10% a 30% do capital necessário para o projeto, sendo o resto financiado”. Desta maneira, optou-se por substituir os *covenants* de patrimônio líquido mínimo e patrimônio líquido tangível mínimo pela relação entre patrimônio líquido e CapEx regulatório, na busca de se validar a observação desse autor e obter indicador mais apropriado para o contexto da pesquisa.

O Quadro 2 apresenta, então, as variáveis de teste que foram utilizadas nos métodos de análise, com as definições adaptadas, de acordo com os dados retirados dos BMPs, disponibilizados pela Aneel.

Quadro 2 – Variáveis de teste dos modelos

Covenants	Definição	Nome da variável
Dívida/EBITDA máxima	(Empréstimos do passivo circulante + empréstimos do passivo não circulante)/EBITDA <i>proxy</i>	Emp/EBITDA
Dívida de longo prazo/EBITDA máxima	(Empréstimos do passivo não circulante)/EBITDA <i>proxy</i>	ELP/EBITDA
Alavancagem máxima	(Empréstimos do passivo circulante + empréstimos do passivo não circulante)/Ativo	Emp/AT
Alavancagem principal máxima	(Empréstimos do passivo não circulante)/Ativo	ELP/AT
Dívida pelo patrimônio líquido tangível máxima	(Empréstimos do passivo circulante + empréstimos do passivo não circulante)/(patrimônio líquido – ativo intangível)	Emp/(PL-IN)
Dívida pelo patrimônio líquido máxima	(Empréstimos do passivo circulante + empréstimos do passivo não circulante)/patrimônio líquido	Emp/PL
Liquidez corrente mínima	Ativo circulante/Passivo circulante	AC/PC



Covenants	Definição	Nome da variável
Quick ratio mínimo	(Contas a receber + caixa e equivalentes de caixa)/ passivo circulante	QR
EBTIDA mínimo	EBITDA <i>proxy</i>	EBITDA
Patrimônio líquido mínimo	Patrimônio líquido/CapEx regulatório	PL/CapEx
Patrimônio líquido tangível mínimo		

Fonte: elaborado pelos autores.

Este estudo apresentou algumas limitações específicas. A primeira refere-se à consideração exclusiva de contratos oriundos de licitação pública. A segunda diz respeito à limitação imposta pela disponibilidade dos dados utilizados na pesquisa. Verificou-se que, de 28 transmissoras caducadas no período de implantação, 19 (68%) não encaminharam as informações contábeis após a assinatura do contrato de concessão, mesmo diante da obrigatoriedade de envio, imposta pelo *Manual de contabilidade do setor elétrico*. Para reduzir o viés de análise decorrente dessa limitação, optou-se por incluir, no grupo de empresas insolventes, transmissoras que notadamente sofreram dificuldades econômico-financeiras no período de implantação, ou seja, transmissoras com discussão administrativa de caducidade na Aneel ou que trocaram o controle acionário da concessionária para viabilizar a implantação do empreendimento.

3.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi constituída por 80 transmissoras, distribuídas da seguinte forma:

- 20 transmissoras que apresentaram dificuldades econômico-financeiras para a implantação dos empreendimentos a ela concedidos, sendo nove transmissoras caducadas, que são aquelas com dados disponíveis; duas transmissoras que estavam em discussão administrativa de caducidade; e nove transmissoras que sofreram dificuldades econômico-financeiras no período de implantação, mas que não foram caducadas por conta de troca de controle acionário da empresa; e
- 60 transmissoras sem dificuldades econômico-financeiras e com sucesso na implantação do empreendimento. Para cada transmissora do grupo com dificuldades, foram identificadas três equivalentes, pareadas em termos de porte e condições de outorga. A semelhança em tamanho foi garantida pela seleção de transmissoras com RAPs equivalentes.

As informações sobre as caducidades em contratos de transmissão, à data de janeiro de 2024, constam no Quadro 3.



Quadro 3 – Caducidades em contratos de transmissão

Contratos de concessão	Concessionária	Acionista(s)	Portaria de caducidade
005/2007 018/2011 019/2011 015/2012	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf)	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf)	Portaria-MME 176, de 25 de março de 2019 (Brasil, 2019)
017/2013	SPE MGF-Energy Seridó Transmissora de Energia Ltda.	MGF Engenharia e Incorporações Ltda. e Geoenergy Engenharia e Serviços Ltda.	Portaria-MME 10, de 7 de janeiro de 2016 (Brasil, 2016b)
16/2013	SPE MGF-Energy Guaianazes Transmissora de Energia Ltda.	MGF Engenharia e Incorporações Ltda. e Geoenergy Engenharia e Serviços Ltda.	Portaria-MME 60, de 3 de março de 2016 (Brasil, 2016c)
12/2013	Linhas de Itacaiúnas Transmissora de Energia Ltda.	Isolux Energia e Participações S.A.	Portaria-MME 484, de 14 de dezembro de 2017 (Brasil, 2017c)
001/2013	ATE XVI Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
005/2013	ATE XVII Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
006/2013	ATE XVIII Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
09/2013	ATE XIX Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
010/2013	ATE XX Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
13/2013	ATE XXI Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
02/2014	ATE XXII Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Concessões Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)



Contratos de concessão	Concessionária	Acionista(s)	Portaria de caducidade
015/2014	ATE XXIII Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Greenfield Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
20/2014	ATE XXIV Transmissora de Energia Elétrica S.A.	Abengoa Greenfield Brasil Holding S.A.	Portaria-MME 373/2017 (Brasil, 2017b)
06/2014	SPE BR Transmissora Paraense de Energia Ltda.	Braxenergy Desenvolvimento de Projetos de Energia Ltda. e Bandeirante Empreendimentos Ltda.	Portaria-MME 31, de 30 de janeiro de 2017 (Brasil, 2017a)
12/2014	SPE BR Transmissora Maranhense de Energia Ltda.	Braxenergy Desenvolvimento de Projetos de Energia Ltda. e LT Bandeirante Empreendimentos Ltda.	Portaria-MME 611, de 10 de novembro de 2016 (Brasil, 2016f)
13/2014	SPE BR Transmissora Cearense II de Energia Ltda.	Braxenergy Desenvolvimento de Projetos de Energia Ltda. e Bandeirante Empreendimentos Ltda.	Portaria-MME 519, de 3 de novembro de 2016 (Brasil, 2016e)
04/2014	SPE BR Transmissora Cearense de Energia Ltda.	Braxenergy Desenvolvimento de Projetos de Energia Ltda. e Bandeirante Empreendimentos Ltda.	Portaria-MME 503, de 24 de outubro de 2016 (Brasil, 2016d)
09/2014	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte)	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte)	Portaria-MME 500, de 17 de dezembro de 2018 (Brasil, 2018b)
04/2015	Linhas de Laranjal Transmissora de Energia Ltda.	Isolux Projetos e Instalações Ltda.	Portaria-MME 484/2017 (Brasil, 2017c)
01/2015	Eletrosul Centrais Elétricas S.A.	Eletrosul Centrais Elétricas S.A.	Portaria-MME 466, de 31 de outubro de 2018 (Brasil, 2018a)



Contratos de concessão	Concessionária	Acionista(s)	Portaria de caducidade
09/2019	KF/JAAC AM Transmissora de Energia do Brasil Ltda.	JAAC Materiais e Serviços de Engenharia Ltda.	Portaria 607/GM/MME, de 28 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022a)
06/2019	KF/JAAC SC Transmissora de Energia do Brasil Ltda.	JAAC Materiais e Serviços de Engenharia Ltda.	Portaria 608/GM/MME, de 28 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022b)
05/2020	KF/JAP MTPA Transmissora de Energia do Brasil Ltda.	KF/JAP MTPA Transmissora de Energia do Brasil Ltda. e KF Participações Ltda.	Portaria 609/GM/MME, de 28 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022c)
12/2020	KF/JAP BA Transmissora de Energia do Brasil Ltda.	KF Participações Ltda. e JAP Participações Ltda.	Portaria 610/GM/MME, de 28 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022d)
02/2015	Paraíso Transmissora de Energia S.A.	JAAC Materiais e Serviços de Engenharia Ltda.	Portaria 611/GM/MME, de 3 de fevereiro de 2022 (Brasil, 2022e)

Fonte: elaborado pelos autores.

As transmissoras incluídas na amostra analisada, bem como suas respectivas concessões, estão detalhadas nos Quadros 4, 5 e 6, que tratam, respectivamente, dos casos de caducidade, de troca de controle e de discussão administrativa.

Quadro 4 – Informações das transmissoras caducadas que compõem a amostra de análise

Amostra teste – transmissoras caducadas				Transmissoras pareadas			
Contratos de concessão	Concessionária	RAP (junho/2021)	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
012/2013	Linhas de Itacaiúnas Transmissora de Energia Ltda.	R\$ 81.991.049,72	São João Transmissora de Energia S.A.	008/2013	R\$ 53.311.595,60	1/8/2013	10/10/2016
			Interligação Elétrica Aguapei S.A.	046/2017	R\$ 64.990.806,54	11/8/2017	2602/2021
			São Pedro Transmissora de Energia S.A.	015/2013	R\$ 48.802.756,18	9/10/2013	11/6/2019



Amostra teste – transmissoras caducadas			Transmissoras pareadas				
Contratos de concessão	Concessionária	RAP (junho/2021)	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
001/2013	ATE XVI Transmissora de Energia Elétrica S.A.	R\$ 233.818.878,78	Paranaíba Transmissora de Energia S.A.	007/2013	R\$ 161.005.383,28	2/5/2013	4/4/2017
			Transmissora José Maria de Macedo de Eletricidade S.A.	005/2015	R\$ 210.509.832,88	27/3/2015	17/4/2020
			Matrinchã Transmissora de Energia S.A. (TP Norte)	012/2012	R\$ 211.039.871,33	10/5/2012	30/4/2016
005/2013	ATE XVII Transmissora de Energia Elétrica S.A.	R\$ 51.336.513,60	Vale do São Bartolomeu Transmissora de Energia S.A.	014/2013	R\$ 42.321.671,08	9/10/2013	18/2/2018
			Energisa Goiás Transmissora de Energia I S.A.	24/2017	R\$ 44.437.721,83	11/8/2017	14/3/2020
			Triângulo Mineiro Transmissora S.A.	004/2013	R\$ 46.584.887,22	14/8/2013	24/8/2017
006/2013	ATE XVIII Transmissora de Energia Elétrica S.A.	R\$ 49.603.832,00	Canarana Transmissora de Energia S.A.	16/2016	R\$ 74.360.615,53	25/8/2016	3/6/2018
			Horizon Transmissão MA I S.A.	28/2017	R\$ 80.232.487,30	11/8/2017	4/10/2021
			Miracema Transmissora de Energia Elétrica S.A.	017/2016	R\$ 71.591.654,39	27/7/2016	29/11/2019
09/2013	ATE XIX Transmissora de Energia Elétrica S.A.	R\$ 77.348.460,89	Esperanza Transmissora de Energia S.A.	018/2014	R\$ 73.061.621,43	5/9/2014	8/3/2018
			Cantareira Transmissora de Energia S.A.	019/2014	R\$ 115.101.788,57	5/9/2014	3/2/2018
			Transmissora Sul Litorânea de Energia S.A. (TSLE)	020/2012	R\$ 127.687.570,44	27/8/2012	24/3/2015



Amostra teste – transmissoras caducadas				Transmissoras pareadas			
Contratos de concessão	Concessionária	RAP (junho/2021)	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
010/2013	ATE XX Transmissora de Energia Elétrica S.A.	R\$ 72.134.431,18	Odoys Transmissora de Energia S.A.	017/2014	R\$ 68.175.387,06	5/9/2014	4/4/2018
			Energisa Pará Transmissora de Energia I S.A.	043/2017	R\$ 56.081.581,43	11/8/2017	2/11/2020
			Empresa Transmissora Agreste Potiguar S.A. (Etap)	013/2016	R\$ 61.937.128,07	2/9/2016	6/4/2019
13/2013	ATE XXI Transmissora de Energia Elétrica S.A.	R\$ 311.254.746,22	Mata de Santa Genebra Transmissão S.A.	001/2014	R\$ 269.368.023,21	14/4/2014	19/11/2020
			Equatorial Transmissora 4 SPE S.A.	012/2017	R\$ 227.055.402,73	10/2/2017	5/11/2020
			Transmissora Paraíso de Energia S.A.	002/2017	R\$ 262.657.975,65	10/2/2017	19/3/2021
04/2015	Linhas de Laranjal Transmissora de Energia Ltda.	R\$ 24.874.271,66	SE Vineyards Transmissão de Energia S.A.	031/2017	R\$ 41.809.351,68	11/8/2017	31/1/2022
			Transmissora Campina Grande Igarau S.A. (TCGI)	041/2017	R\$ 33.234.875,00	11/8/2017	8/4/2020
			Água Azul – Subestação Água Azul SPE S.A.	019/2016	R\$ 39.737.157,07	27/7/2016	26/1/2019
02/2015	Paraíso Transmissora de Energia S.A.	R\$ 31.763.914,22	Fronteira Oeste Transmissora de Energia S.A. (Fote)	007/2014	R\$ 25.147.624,36	29/1/2014	9/10/2021
			Horizon Transmissão ES S.A.	021/2017	R\$ 25.345.913,55	10/2/2017	22/12/2018
			Transmissora de Energia Campinas-Itatiba SPE S.A. (Campitiba)	014/2016	R\$ 22.137.112,87	27/7/2016	7/11/2021

Fonte: elaborado pelos autores.



Quadro 5 – Informações das transmissoras com troca de controle que compõem a amostra de análise

Amostra teste - transmissoras com troca de controle acionário						Transmissoras pareadas				
Transmissoras	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Data troca de controle acionário	Operação comercial	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
Transmissora A*	-	R\$ 76.120.062,32	-	31/1/2018	20/1/2020	Equatorial Transmissora 3 SPE S.A.	010/2017	R\$ 125.884.982,28	10/2/2017	26/5/2021
						Equatorial Transmissora 6 SPE S.A.	014/2017	R\$ 129.896.419,18	10/2/2017	5/3/2021
Transmissora B*	-	R\$ 155.331.424,36	-	14/11/2017	16/10/2020	Guaraciaba Transmissão de Energia S.A. (TP Sul)	013/2012	R\$ 121.996.470,47	10/5/2012	21/12/2017
						Giovanni Sanguinetti Transmissora de Energia S.A.	011/2017	R\$ 136.399.864,91	10/2/2017	12/4/2020
Transmissora C*	-	R\$ 4.950.734,26	-	16/9/2021	Em andamento	Pantanal Transmissão S.A.	018/2013	R\$ 6.576.849,47	9/10/2013	8/6/2016
						Brilhante II Transmissora de Energia S.A.	021/2012	R\$ 5.106.317,28	27/8/2012	27/8/2014
						Lago Azul Transmissão S.A.	003/2014	R\$ 4.709.582,11	14/5/2014	19/9/2016
Transmissora D*	-	R\$ 9.079.519,42	-	8/11/2021	Em andamento	Mariana Transmissora de Energia Elétrica S.A.	011/2014	R\$ 16.970.477,30	2/5/2014	4/6/2020
						Ourilândia do Norte Transmissora de Energia S.A.	021/2016	R\$ 11.189.994,06	5/10/2016	25/6/2018
						Colinas Transmissora de Energia Elétrica S.A.	022/2018	R\$ 8.381.094,85	20/9/2018	14/6/2021



Amostra teste - transmissoras com troca de controle acionário						Transmissoras pareadas				
Transmissoras	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Data troca de controle acionário	Operação comercial	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
Transmissora G*	-	R\$ 85.018.052,00	-	15/5/2020	Em andamento	Argo III Transmissão de Energia S.A.	049/2017	R\$ 87.714.505,19	11/8/2017	1/1/2022
						Equatorial Transmissora 2 SPE S.A.	008/2017	R\$ 86.355.385,12	10/2/2017	22/1/2020
						Equatorial Transmissora 1 SPE S.A.	007/2017	R\$ 95.217.492,13	10/2/2017	1/5/2020
Transmissora H*	-	R\$ 370.995.967,27	-	29/5/2020	Em andamento	Paranaíta Ribeirãozinho Transmissora de Energia S.A.	010/2016	R\$ 427.376.271,27	25/8/2016	13/1/2019
						Veredas Transmissora de Eletricidade S.A.	017/2017	R\$ 159.662.284,13	10/2/2017	3/3/2021
						Argo Transmissão de Energia S.A.	009/2016	R\$ 517.295.889,18	27/6/2016	2/10/2019
Transmissora I*	-	R\$ 99.001.682,92	-	9/8/2021	Em andamento	Serra de Ibiapaba Transmissora de Energia S.A.	002/2018	R\$ 101.038.636,62	8/3/2018	31/10/2021
						Equatorial Transmissora 7 SPE S.A.	020/2017	R\$ 109.839.234,68	10/2/2017	29/12/2020
						Equatorial Transmissora 5 SPE S.A.	013/2017	R\$ 104.772.027,72	10/2/2017	23/12/2020



Amostra teste - transmissoras com troca de controle acionário						Transmissoras pareadas				
Transmissoras	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Data troca de controle acionário	Operação comercial	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
Transmissora J*	-	R\$ 51.204.720,46	-	17/12/2019	Em andamento	Interligação Elétrica Itaquere S.A.	027/2017	R\$ 55.916.057,22	11/8/2017	14/9/2020
						Linhas de Energia do Sertão Transmissora S.A.	033/2017	R\$ 53.842.678,05	11/8/2017	23/12/2020
						Neoenergia Dourados Transmissão de Energia S.A.	025/2017	R\$ 79.321.779,08	31/7/2017	21/8/2022
Transmissora K*	-	R\$ 79.458.545,76	-	31/1/2018	30/4/2019	Tropicália Transmissora de Energia S.A.	001/2017	R\$ 93.832.634,99	10/2/2017	28/1/2021
						Transmissora Caminho do Café S.A.	006/2017	R\$ 178.596.351,93	10/2/2017	11/6/2021

* Com o objetivo de preservar a concessão em andamento, não foram identificadas as concessionárias que trocaram controle acionário.

Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro 6 – Informações das transmissoras com discussão administrativa que compõem a amostra de análise

Amostra validação - transmissoras com discussão administrativa de caducidade				Transmissoras pareadas				
Transmissoras	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
Transmissora E*	-	R\$ 9.391.366,27	-	Lagoa Nova Transmissora de Energia Elétrica S.A.	030/2017	R\$ 13.889.600,08	11/8/2017	13/3/2019
				Neoenergia Atibaia Transmissão de Energia S.A.	038/2017	R\$ 16.076.842,74	31/7/2017	20/12/2019
				Neoenergia Biguaçu Transmissão de Energia S.A.	040/2017	R\$ 15.806.240,19	31/7/2017	18/7/2020



Amostra validação - transmissoras com discussão administrativa de caducidade				Transmissoras pareadas				
Transmissoras	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Transmissoras pareadas	Contrato de concessão	RAP (junho/2021)	Data de assinatura	Operação comercial
Transmissora F*	-	R\$ 6.751.437,52	-	Firminópolis Transmissão S.A.	008/2016	R\$ 8.602.845,41	7/4/2016	1/3/2019
				Energisa Paranaíta Transmissora de Energia S.A.	022/2016	R\$ 10.857.870,95	27/6/2016	27/6/2019
				Interligação Elétrica Itapura S.A.	042/2017	R\$ 12.990.053,69	11/8/2017	11/8/2019

* Com o objetivo de preservar a concessão em andamento, não foram identificadas as concessionárias que estão enfrentando discussão administrativa de caducidade.

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação às condições de outorga, as transmissoras foram escolhidas considerando-se a proximidade temporal da licitação entre os empreendimentos concedidos e dando-se preferência às concessões que foram licitadas no mesmo leilão. A data de entrada em operação comercial dos empreendimentos de transmissão licitados dependia da performance de cada concessionária. Não foi possível, portanto, parear as concessões pelo critério de data.

Contudo, o pareamento das licitações com base na proximidade temporal permitiu a composição de amostra formada por transmissoras que implantaram seus empreendimentos em uma mesma janela temporal e que, por isso, estavam sujeitas, de modo geral, às mesmas condições regulatórias e macroeconômicas.

O pareamento por tamanho e condições de outorga é especialmente importante para implementação da análise discriminante, pois contribui para isolar o poder explicativo das variáveis de teste em relação a fatores externos ao comportamento e à gestão das próprias concessionárias. Por outro lado, a constituição de amostra pareada restringiu a utilização das outras 294 concessões licitadas até 2021, que não puderam ser aproveitadas nas condições estabelecidas.

Para as transmissoras A, B e K, foram selecionadas apenas duas empresas pareadas, pois, como essas concessionárias colocaram os projetos em operação comercial após a troca de controle acionário, considerou-se que se tratava de empresa com dificuldade financeira, até a troca de controle; e de empresa sem dificuldade financeira, após a troca de controle.

Para o grupo sem dificuldade financeira, foram utilizados os dados mensais dos últimos 12 meses antes do início da operação comercial do empreendimento. Para o grupo com dificuldade financeira, utilizaram-se os dados mensais dos últimos 12 meses antes da troca, se existente, de controle acionário ou dos últimos 12 meses encaminhados pelas transmissoras



caducadas. Neste caso, observou-se que as transmissoras costumavam parar de encaminhar as informações financeiras no início do processo administrativo de caducidade.

Além do período de 12 meses e para verificar o comportamento dos modelos em janelas temporais distintas, à medida em que se aproximava o instante “default”, foram utilizados modelos de análise discriminante e regressão logística, considerando-se observações mensais das variáveis de testes, nos últimos três e seis meses anteriores ao ponto de corte. O instante “default” é, para as transmissoras sem dificuldade econômico-financeira, a entrada em operação comercial e, para as transmissoras com essa dificuldade, a troca de controle acionário ou o início da discussão administrativa de caducidade.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1, a seguir, apresenta a matriz de correlação das variáveis independentes, utilizadas para obtenção dos modelos de análise discriminante e regressão logística.

Figura 1 – Matriz de correlação entre as variáveis de teste

	Emp/EBITDA	ELP/EBITDA	Emp/AT	ELP/AT	Emp/PL-IN	Emp/PL	AC/PC	QR	EBITDA	PL/CAPEX
Emp/EBITDA	1.00	0.83	-0.08	0.69	-0.02	0.00	-0.04	0.04	0.18	0.01
ELP/EBITDA	0.83	1.00	-0.07	0.87	-0.03	-0.06	-0.03	-0.03	0.23	-0.03
Emp/AT	-0.08	-0.07	1.00	-0.07	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.02	-0.11
ELP/AT	0.69	0.87	-0.07	1.00	0.08	-0.02	-0.02	0.02	0.28	-0.23
Emp/PL-IN	-0.02	-0.03	-0.01	0.08	1.00	0.34	0.02	0.02	-0.01	-0.09
Emp/PL	0.00	-0.06	0.00	-0.02	0.34	1.00	0.01	0.01	-0.01	-0.03
AC/PC	-0.04	-0.03	-0.01	-0.02	0.02	0.01	1.00	1.00	-0.01	0.00
QR	-0.04	-0.03	0.00	-0.02	0.02	0.01	1.00	1.00	-0.01	0.00
EBITDA	0.18	0.23	-0.02	0.28	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	1.00	-0.06
PL/CAPEX	0.01	-0.03	-0.11	-0.23	-0.09	-0.03	0.00	0.00	-0.06	1.00

Fonte: elaborada pelos autores.

Os modelos de análise discriminante foram selecionados por meio do método *stepwise*, no qual as variáveis mais significativas são identificadas e adicionadas ao modelo passo a passo. A cada nova variável adicionada, a significância das variáveis previamente selecionadas é reavaliada, sendo excluídas aquelas cuja contribuição individual deixa de ser estatisticamente relevante. Esse procedimento permite reduzir o nível de multicolinearidade dentre as variáveis selecionadas, aprimorando a robustez do modelo.



Para seleção dos modelos de regressão logística, foi utilizado o Critério de Informação de Akaike – em inglês *Akaike Information Criterion* (AIC), que é a medida da distância entre o modelo identificado e um modelo real teórico, estimada por meio dos dados utilizados na modelagem, usando-se a função de verossimilhança e a ordem do modelo (Sobral; Barreto, 2016). Quanto menor o AIC, melhor é o modelo.

4.1 RESULTADOS DO MODELO GERAL E DOS MODELOS COM VALIDAÇÃO CRUZADA

Os modelos obtidos pelo método *stepwise* e pelo Critério de Informação de Akaike, para análise discriminante e regressão logística, respectivamente, considerados os diferentes períodos estipulados, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Modelos escolhidos pelo método *stepwise* e pelo Critério de Informação Akaike

Análise discriminante linear (método <i>stepwise</i>)			
Período	Equação	Amostra total	
		% Acerto	Erro tipo I
12 meses	$\begin{aligned} \text{Zscore} = & -0.04798918 \cdot \text{ELP/EBITDA} + \\ & 0.86782472 \cdot \text{PL/CapEx} + 1.10482930 \cdot \text{ELP/AT} - \\ & 0.19353708 \cdot \text{EBITDA} + 0.23493079 \cdot \text{Emp/EBITDA} \\ & - 1.25774803 \cdot \text{AC/PC} - 0.08651565 \cdot \text{Emp/AT} + \\ & 1.16970043 \cdot \text{QR} + 0.06709830 \cdot \text{Emp/PL} \end{aligned}$	83,33%	8,75%
6 meses	$\begin{aligned} \text{Zscore} = & -0.26492973 \cdot \text{ELP/EBITDA} + \\ & 1.08641880 \cdot \text{PL/CapEx} + 1.37846380 \cdot \text{ELP/AT} - \\ & 0.19749004 \cdot \text{EBITDA} + 0.42390912 \cdot \text{Emp/EBITDA} \\ & - 0.09715251 \cdot \text{AC/PC} \end{aligned}$	88,54%	6,46%
3 meses	$\begin{aligned} \text{Zscore} = & -0.2271295 \cdot \text{ELP/EBITDA} + \\ & 1.1240593 \cdot \text{PL/CapEx} + 1.4245433 \cdot \text{ELP/AT} - \\ & 0.2104565 \cdot \text{EBITDA} + 0.4285927 \cdot \text{Emp/EBITDA} \\ & - 0.1270904 \cdot \text{AC/PC} \end{aligned}$	92,50%	3,75%



Regressão logística (Critério de Informação Akaike)			
Período	Equação	Amostra total	
		% acerto	Erro tipo I
12 meses	$\text{Logit} = 6.6332 + 10.1837 \cdot \text{ELP/EBITDA} - 2.2631 \cdot \text{Emp/AT} - 2.7266 \cdot \text{ELP/AT} + 0.6989 \cdot \text{Emp/PL-IN} + 0.4697 \cdot \text{Emp/PL} - 0.5972 \cdot \text{AC/PC} - 0.3928 \cdot \text{EBITDA} + 1.0992 \cdot \text{PL/CapEx}$	85,83%	7,50%
6 meses	$\text{Logit} = 30.4504 + 51.0762 \cdot \text{ELP/EBITDA} - 19.9056 \cdot \text{ELP/AT} + 2.3938 \cdot \text{Emp/PL} - 0.3718 \cdot \text{EBITDA} + 1.7956 \cdot \text{PL/CapEx}$	92,08%	5,00%
3 meses	$\text{Logit} = 213.888 + 385.807 \cdot \text{ELP/EBITDA} - 176.148 \cdot \text{ELP/AT} + 4.131 \cdot \text{Emp/PL} - 1.084 \cdot \text{EBITDA} + 1.928 \cdot \text{PL/CapEx}$	93,33%	5,00%

Fonte: elaborada pelos autores.

Verifica-se que o índice de acerto dos modelos de regressão logística é superior ao dos modelos de análise discriminante, quando a pesquisa utiliza os dados das 80 transmissoras indistintamente. Entretanto, usar a mesma amostra para estimar um preditor e mensurar o erro de predição associado tende a superestimar a eficiência preditiva do modelo (Cunha, 2019). Nesse caso, ocorre o que se denomina superajuste (*overfitting*) do modelo, caracterizado por um desempenho elevado sobre os dados da amostra, mas com baixa capacidade de generalização para novos conjuntos de dados.

Para reduzir o risco de *overfitting*, foi adotada técnica de validação cruzada. Nesse sentido, a amostra original foi particionada em subconjuntos de teste e validação, conforme dois cenários: *i*) uma amostra de teste composta por 52 empresas (sendo 13 com dificuldade financeira) e uma amostra de validação com 28 empresas (7 com dificuldade financeira); e *ii*) uma amostra de teste com 26 empresas (13 com dificuldade financeira) e uma amostra de validação com 14 empresas (7 com dificuldade financeira).

Ao se implementar a validação cruzada, com amostras de validação e amostras de teste (25/75⁴ e 50/50⁵), o resultado anterior se altera, conforme apresentado na Tabela 2, e os modelos de análise discriminante passam a apresentar resultados mais consistentes e, em geral, menores percentuais de erro do tipo I, na amostra de validação.

O erro do tipo I é a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. Nesse caso, seria o erro de classificar uma empresa fracassada como financeiramente saudável. A probabilidade de se cometer erro de tipo I é um valor arbitrário, sendo o resultado tanto mais significativo quanto menor for o erro do tipo I (Morettin, 2010).

4 Quantidade: 25% de transmissoras sem dificuldade financeira e 75% de transmissoras com dificuldade financeira.

5 Mesma quantidade de transmissoras com dificuldade financeira e de transmissoras sem essa dificuldade.



O resultado da validação cruzada é consistente com a tendência do critério AIC de gerar *overfitting* em modelos de regressão logística, especialmente, quando a amostra é relativamente pequena (Sobral; Barreto, 2016). Tal situação não é verificada na estimação *stepwise* da análise discriminante, já que, respeitada a proporção de, no mínimo, 20 observações na amostra por variável independente, os modelos obtidos tendem a ser estáveis e generalizáveis (Hair Jr. et al., 2009).

Sobre o período de análise, os resultados revelam que, especialmente nos modelos de análise discriminante, à medida em que se consideram períodos mais curtos e próximos ao instante “default”, a capacidade preditiva do modelo aumenta, o que é intuitivo. Essa constatação gera um *trade-off* na escolha do melhor modelo, pois deve-se sopesar o nível de assertividade e a antecedência com que se quer prever a falência.

Tabela 2 – Resultados dos modelos com validação cruzada

Análise discriminante linear						
Amostras	Período	Equação	Amostra teste		Amostra validação	
			% Acerto	Erro tipo I	% Acerto	Erro tipo I
25/75	12 meses	$\text{Zscore} = -0.06316847 \cdot \text{ELP} / \text{EBITDA} + 0.81491966 \cdot \text{PL} / \text{CapEx} + 1.18306232 \cdot \text{ELP} / \text{AT} - 0.32771725 \cdot \text{EBITDA} + 0.27912599 \cdot \text{Emp} / \text{EBITDA} - 0.10246595 \cdot \text{Emp} / \text{AT}$	82,69%	10,26%	87,50%	3,87%
	6 meses	$\text{Zscore} = -0.3171211 \cdot \text{ELP} / \text{EBITDA} + 1.0781520 \cdot \text{PL} / \text{CapEx} + 1.5567615 \cdot \text{ELP} / \text{AT} - 0.3533558 \cdot \text{EBITDA} + 0.5052835 \cdot \text{Emp} / \text{EBITDA} + 0.1644744 \cdot \text{AC} / \text{PC} + 0.1155114 \cdot \text{Emp} / \text{PL}$	89,74%	4,49%	88,69%	4,17%
	3 meses	$\text{Zscore} = -0.2974893 \cdot \text{ELP} / \text{EBITDA} + 1.0860330 \cdot \text{PL} / \text{CapEx} + 1.5716954 \cdot \text{ELP} / \text{AT} - 0.3284585 \cdot \text{EBITDA} + 0.5313642 \cdot \text{Emp} / \text{EBITDA} + 0.2070109 \cdot \text{AC} / \text{PC}$	90,38%	3,85%	90,48%	4,76%



Amostras	Período	Análise discriminante linear				
		Equação	Amostra teste		Amostra validação	
			% Acerto	Erro tipo I	% Acerto	Erro tipo I
50/50	12 meses	$Zscore = 0.5901620 \cdot ELP/EBITDA + 0.4372503 \cdot PL/CapEx + 0.9739243 \cdot ELP/AT - 0.2687716 \cdot EBITDA$	86,54%	1,28%	85,12%	5,36%
	6 meses	$Zscore = 0.3138072 \cdot ELP/EBITDA + 0.6060986 \cdot PL/CapEx + 1.2501440 \cdot ELP/AT - 0.2665455 \cdot EBITDA + 0.3274618 \cdot Emp/EBITDA$	87,18%	3,85%	88,10%	4,76%
	3 meses	$Zscore = 0.2687587 \cdot ELP/EBITDA + 0.6362410 \cdot PL/CapEx + 1.2992376 \cdot ELP/AT - 0.2311270 \cdot EBITDA + 0.3312064 \cdot Emp/EBITDA$	88,46%	3,85%	88,10%	4,76%
25/75	12 meses	$Logit = 6.3586 + 0.2734 \cdot Emp/EBITDA + 11.9938 \cdot ELP/EBITDA - 7.9614 \cdot Emp/AT - 4.3341 \cdot ELP/AT + 0.8244 \cdot Emp/PL - IN + 0.5470 \cdot Emp/PL + 0.8065 \cdot AC/PC - 0.9808 \cdot EBITDA + 0.8122 \cdot PL/CapEx$	83,01%	9,62%	67,56%	21,43%
	6 meses	$Logit = 27.0407 + 0.3392 \cdot Emp/EBITDA + 43.8589 \cdot ELP/EBITDA - 16.6432 \cdot ELP/AT + 2.4934 \cdot Emp/PL - 1.7834 \cdot EBITDA + 1.9914 \cdot PL/CapEx$	90,38%	2,56%	93,45%	4,17%
	3 meses	$Logit = 245.482 + 410.067 \cdot ELP/EBITDA - 179.321 \cdot ELP/AT + 5.141 \cdot Emp/PL - 2.546 \cdot EBITDA + 1.945 \cdot PL/CapEx$	90,38%	3,85%	78,57%	21,43%
50/50	12 meses	$Logit = 5.638 + 21.478 \cdot ELP/EBITDA - 11.516 \cdot Emp/AT - 8.998 \cdot ELP/AT + 1.003 \cdot QR - 1.398 \cdot EBITDA + 0.352 \cdot PL/CapEx$	89,10%	0,00%	47,62%	42,86%
	6 meses	$Logit = 9.0934 + 0.3861 \cdot Emp.EBITDA + 26.4746 \cdot ELP.EBITDA - 10.6905 \cdot ELP.AT - 2.1601 \cdot EBITDA + 1.1319 \cdot PL. CapEx$	87,82%	3,85%	98,81%	1,19%
	3 meses	$Logit = 159.260 + 432.917 \cdot ELP/EBITDA - 211.569 \cdot ELP/AT - 1.739 \cdot QR - 5.255 \cdot EBITDA + 2.437 \cdot PL/CapEx$	87,18%	5,13%	64,29%	35,71%

Fonte: elaborada pelos autores.



4.2 VARIÁVEIS EXPLICATIVAS MAIS RELEVANTES

As Tabelas 3 a 8 apresentam os resultados da seleção dos melhores modelos de análise discriminante e regressão logística, respectivamente, para cada divisão de amostra e período adotado.

Os resultados revelam que a análise discriminante também é mais consistente na seleção das variáveis significativas. É possível observar que, em todos os modelos discriminantes, as variáveis ELP/EBITDA, ELP/AT e PL/CapEx foram selecionadas como as de maior poder explicativo. Situação diferente é verificada nos modelos de regressão logística, visto que, neles, existe maior alternância de variáveis significativas.

Tabela 3 – Resultados stepwise para análise discriminante (amostra 25/75)

Período de 12 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,268326	228,105674	3,9030E-44
PL/CapEx		0,108320	75,438147	3,3282E-17
ELP/AT		0,095126	65,178105	3,5675E-15
	ELP/EBITDA	0,002182	1,355760	2,4472E-01
	EBITDA	0,040528	26,188722	4,1354E-07
	Emp/EBITDA	0,018140	11,436339	7,6560E-04
	Emp/AT	0,004647	2,885396	8,9889E-02

Período de 6 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,338649	158,737485	1,1358E-29
PL/CapEx		0,176279	66,127225	1,0356E-14
ELP/AT		0,164545	60,661535	1,0434E-13
	ELP/EBITDA	0,000660	0,203265	6,5242E-01
	EBITDA	0,068538	22,663016	2,9748E-06
	Emp/EBITDA	0,056093	18,243993	2,5948E-05
	AC/PC	0,016081	5,001088	2,6052E-02
	ELP/EBITDA	0,009877	3,042526	8,2117E-02
	Emp/PL	0,007918	2,426387	1,2035E-01



Período de 3 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,363755	88,045023	7,9693E-17
PL/ CapEx		0,184880	34,702324	2,3568E-08
ELP/AT		0,175118	32,268744	6,6377E-08
ELP/EBITDA		0,002236	0,340672	5,6031E-01
EBITDA		0,066020	10,744399	1,2963E-03
Emp/EBITDA		0,059588	9,567849	2,3595E-03
AC/PC		0,024804	3,815265	5,2649E-02

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 4 – Resultados *stepwise* para análise discriminante (amostra 50/50)

Período de 12 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,481347	287,701550	4,1608E-46
PL/CapEx		0,032696	10,444620	1,3628E-03
ELP/AT		0,069754	23,095380	2,4129E-06
EBITDA		0,036261	11,550990	7,6652E-04

Período de 6 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,543316	183,213581	5,3462E-28
PL/CapEx		0,077082	12,778473	4,6951E-04
ELP/AT		0,129775	22,667518	4,4513E-06
EBITDA		0,052490	8,365067	4,3906E-03
Emp/EBITDA		0,041470	6,489576	1,1858E-02
ELP/EBITDA		0,009760	1,478362	2,2594E-01



Período de 3 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,545700	91,290327	1,1645E-14
PL/CapEx		0,089847	7,403726	8,0868E-03
ELP/AT		0,140118	12,058362	8,6476E-04
ELP/EBITDA		0,019554	1,475851	2,2829E-01
Emp/EBITDA		0,067226	5,333254	2,3715E-02
EBITDA		0,029410	2,211998	1,4125E-01

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 5 – Resultados *stepwise* para análise discriminante (amostra geral)

Período de 12 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,272065	358,052387	4,3135E-68
PL/CapEx		0,156131	177,062310	3,4262E-37
ELP/AT		0,085389	89,253460	2,5829E-20
EBITDA		0,015641	15,174531	1,0485E-04
Emp/EBITDA		0,009376	9,029235	2,7264E-03
ELP/EBITDA		0,000375	0,358020	5,4975E-01
AC/PC		0,003542	3,390855	6,5869E-02
Emp/AT		0,003328	3,182172	7,4764E-02
QR		0,002254	2,150721	1,4283E-01
Emp/PL		0,002185	2,082497	1,4933E-01



Período de 6 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,327873	233,174945	3,6577E-43
PL/CapEx		0,239067	149,862165	3,7278E-30
ELP/AT		0,135195	74,412812	9,5144E-17
ELP/EBITDA		0,002665	1,271876	2,5998E-01
Emp/EBITDA		0,034954	17,240553	3,9031E-05
EBITDA		0,020293	9,839081	1,8145E-03
AC/PC		0,005545	2,642804	1,0468E-01
ELP/EBITDA		0,005373	2,555168	1,1060E-01

Período de 3 meses				
Variáveis	Removidas	R2	Valor F	Pr > F
ELP/EBITDA		0,352331	129,471872	3,0722E-24
PL/CapEx		0,260819	83,625243	2,8047E-17
ELP/AT		0,148843	41,269779	7,2427E-10
ELP/EBITDA		0,005318	1,261781	2,6246E-01
Emp/EBITDA		0,040617	9,991354	1,7787E-03
EBITDA		0,024313	5,856044	1,6283E-02
AC/PC		0,010051	2,375913	1,2457E-01

Fonte: elaborada pelos autores.



Tabela 6 – Resultados melhor AIC da regressão logística (amostra 25/75)

Período de 12 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	6,3586	2,1452	2,964	0,00304**
Emp/EBITDA	0,2734	0,1497	1,826	0,06781.
ELP/EBITDA	11,9938	3,7648	3,186	0,00144**
Emp/AT	-7,9614	8,3017	-0,959	0,33755
ELP/AT	-4,3341	1,7084	-2,537	0,01118*
Emp/(PL-IN)	0,8244	0,4611	1,788	0,07375.
Emp/PL	0,5470	0,1898	2,882	0,00396**
AC/PC	0,8065	0,3992	2,020	0,04335*
EBITDA	-0,9808	0,2151	-4,559	5.13e-06***
PL/CapEx	0,8122	0,1512	5,371	7,84e-08***
Período de 6 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	27,0407	11,6458	2,322	0,020237*
Emp/EBITDA	0,3392	0,2236	1,517	0,129261
ELP/EBITDA	43,8589	18,6262	2,355	0,018538*
ELP/AT	-16,6432	7,4946	-2,221	0,026373*
Emp/PL	2,4934	1,1110	2,244	0,024811*
EBITDA	-1,7834	0,5121	-3,482	0,000497***
PL/CapEx	1,9914	0,3946	5,047	4,49e-07***



Período de 3 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	245,4817	27502,2644	0,009	0,99288
ELP/EBITDA	410,0666	46038,8789	0,009	0,99289
ELP/AT	-179,3208	20488,2705	-0,009	0,99302
Emp/PL	5,1408	5,9116	0,870	0,38452
EBITDA	-2,5455	1,1168	-2,279	0,02265*
PL/CapEx	1,9452	0,5712	3,406	0,00066***

Legenda: intervalos de significância = 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' 1.

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 7 – Resultados melhor AIC da regressão logística (amostra 50/50)

Período de 12 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	5,6382	4,5399	1,242	0,214265
ELP/EBITDA	21,4782	11,2707	1,906	0,056693.
Emp/AT	-11,5164	13,2640	-0,868	0,385262
ELP/AT	-8,9980	5,3338	-1,687	0,091608.
QR	1,0034	0,6676	1,503	0,132871
EBITDA	-1,3978	0,4227	-3,307	0,000944***
PL/CapEx	0,3520	0,2009	1,752	0,079772.

Período de 6 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	9,0934	7,2040	1,262	0,20685
Emp/EBITDA	0,3861	0,2480	1,557	0,11957
ELP/EBITDA	26,4746	18,3556	1,442	0,14921
ELP/AT	-10,6905	8,7840	-1,217	0,22358
EBITDA	-2,1601	0,9090	-2,376	0,01748*
PL/CapEx	1,1319	0,3545	3,193	0,00141**



Período de 3 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	159,2600	24428,7510	0,007	0,9948
ELP/EBITDA	432,9170	65781,3630	0,007	0,9947
ELP/AT	-211,5690	33083,5070	-0,006	0,9949
QR	-1,7390	1,1010	-1,579	0,1144
EBITDA	-5,2550	2,6410	-1,990	0,0466*
PL/CapEx	2,4370	1,1510	2,118	0,0342*

Legenda: intervalos de significância = 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1.

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 8 – Resultados melhor AIC da regressão logística (amostra geral)

Período de 12 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	6,6332	1,4754	4,496	6,93e-06***
ELP/EBITDA	10,1837	2,4939	4,083	4,44e-05***
Emp/AT	-2,2631	5,2265	-0,433	0,665011
ELP/AT	-2,7266	1,0426	-2,615	0,008919**
Emp/(PL-IN)	0,6989	0,3595	1,944	0,051880.
Emp/PL	0,4697	0,1236	3,800	0,000145***
AC/PC	-0,5972	1,0649	-0,561	0,574943
EBITDA	-0,3928	0,1222	-3,215	0,001306**
PL/CapEx	1,0992	0,1188	9,252	< 2e-16***



Período de 6 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	30,4504	10,1629	2,996	0,00273**
ELP/EBITDA	51,0762	17,1418	2,980	0,00289**
ELP/AT	-19,9056	7,0591	-2,820	0,00480**
Emp/PL	2,3938	0,8226	2,910	0,00361**
EBITDA	-0,3718	0,2342	-1,587	0,11241
PL/CapEx	1,7956	0,2428	7,397	1,39e-13***

Período de 3 meses				
Coeficientes	Estimativas	Erro padrão	Valor z	Pr(> z)
(Intercepto)	213,8884	22819,3710	0,009	0,993
ELP/EBITDA	385,8065	41409,8525	0,009	0,993
ELP/AT	-176,1479	19246,9156	-0,009	0,993
Emp/PL	4,1311	3,0607	1,350	0,177
EBITDA	-1,0838	0,6149	-1,763	0,078.
PL/CapEx	1,9276	0,3986	4,835	1,33e-06***

Nota: intervalos de significância = 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1.

Fonte: elaborada pelos autores.

Diante do evidente poder discriminatório das variáveis ELP/EBITDA, ELP/AT e PL/CapEx, apresentam-se, na Tabela 9, as principais medidas descritivas dessas variáveis, com o objetivo de auxiliar na previsão do comportamento de cada uma delas, em contexto de empresas sem dificuldade financeira ("saúdáveis") e com dificuldade financeira ("doentes").

Tabela 9 – Medidas descritivas das variáveis significativas dos modelos discriminantes

Medidas descritivas	Empresas com dificuldade financeira								
	ELP/AT			ELP/EBITDA			PL/CapEx		
	12 meses	6 meses	3 meses	12 meses	6 meses	3 meses	12 meses	6 meses	3 meses
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,181	-0,181	-0,179
Máximo	0,495	0,495	0,495	1,218	0,940	0,813	0,643	0,609	0,601
Média	0,038	0,036	0,035	0,062	0,054	0,050	0,131	0,127	0,131



Empresas com dificuldade financeira									
Medidas descritivas	ELP/AT			ELP/EBITDA			PL/CapEx		
	12 meses	6 meses	3 meses	12 meses	6 meses	3 meses	12 meses	6 meses	3 meses
Mediana	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	0,041	0,042
Desvio padrão	0,117	0,113	0,112	0,219	0,189	0,175	0,206	0,207	0,207

Empresas sem dificuldade financeira									
Medidas descritivas	ELP/AT			ELP/EBITDA			PL/CapEx		
	12 meses	6 meses	3 meses	12 meses	6 meses	3 meses	12 meses	6 meses	3 meses
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,122	-0,122	-0,121
Máximo	0,990	0,919	0,919	9,774	8,883	8,883	1,136	1,136	1,136
Média	0,420	0,448	0,464	3,263	3,591	3,772	0,306	0,330	0,335
Mediana	0,481	0,513	0,525	3,978	4,396	4,618	0,212	0,299	0,303
Desvio padrão	0,334	0,320	0,315	2,616	2,533	2,528	0,227	0,239	0,247

Fonte: elaborada pelos autores.

As variáveis descritas na Tabela 9 refletem as opções adotadas pelas concessionárias para financiamento de seus projetos, que são viabilizados por meio de empréstimos bancários, capital próprio ou uma combinação de ambas as fontes.

A mediana do ELP/AT e do ELP/EBITDA igual a zero e o baixíssimo valor mediano de PL/CapEx indicam que as transmissoras “doentes” não conseguiram financiamento com terceiros, nem puderam recorrer a capital próprio, até o momento de troca do controle acionário ou início da discussão de caducidade.

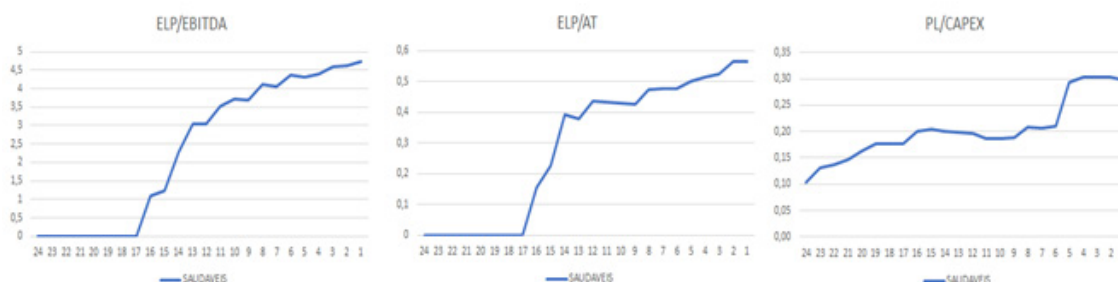
Realidade totalmente distinta é observada com relação às transmissoras “saudáveis”: a relação PL/CapEx assume valor aproximado de 30% próximo à entrada em operação comercial do empreendimento, confirmando o limite superior da previsão de Lima (2014). Além disso, para essas transmissoras, a mediana do valor dos empréstimos de longo prazo corresponde a, aproximadamente, quatro vezes o EBITDA e a, cerca de, metade do valor do ativo total da concessão.

É importante considerar que as concessionárias podem optar por implantar seus empreendimentos com percentuais distintos de capital próprio ou empréstimo bancário, o que as distanciaria automaticamente dos valores médios apresentados. Contudo, o sinal de alerta para o fracasso na implantação do empreendimento ocorre quando tanto o valor de empréstimo de longo prazo quanto o valor de patrimônio líquido são reduzidos, a exemplo do observado em relação às transmissoras “doentes”.



A Figura 2 apresenta, para as empresas classificadas como “saudáveis”, os valores assumidos pelas variáveis de interesse nos últimos 24 meses que antecedem a entrada em operação comercial do empreendimento. Esses valores representam, na mediana, o padrão de comportamento que se espera de uma concessionária bem-sucedida na implantação do empreendimento de transmissão a ela concedido.

Figura 2 – Mediana dos indicadores das empresas saudáveis nos últimos 24 meses



Fonte: elaborada pelos autores.

Considerando que a mediana do prazo de implantação das empresas bem-sucedidas na amostra é de 41,6 meses, e que a Aneel exige que, cerca de, 60% do projeto esteja desenvolvido para a emissão da Licença de Instalação (Brasil, 2022), verifica-se que, na média, as empresas começam a obter empréstimos de longo prazo no início da fase de execução das obras, em torno de 17 meses antes da entrada em operação comercial. Após esse período, o valor do empréstimo de longo prazo cresce quase que exponencialmente até o início da operação comercial das instalações.

Por sua vez, a relação PL/CapEx fica, em torno de, 0,18, no início estimado de execução das obras, crescendo gradualmente até atingir a marca de 0,3, no momento de entrada em operação comercial. Para as empresas “saudáveis”, verifica-se que, no início das obras, e mesmo 24 meses antes da operação comercial do empreendimento, o valor de PL/CapEx já é superior à mediana do valor observado para as empresas classificadas “doentes”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indisponibilidade de dados contábeis de grande parte das transmissoras que foram caducadas permite constatar que um primeiro indício de que o serviço concedido não será implantado é o descumprimento, por parte das concessionárias, das obrigações impostas pelo Manual de Contabilidade do Setor Elétrico. Conforme já apresentado, de 28 transmissoras caducadas no período de implantação, 19 (68%) não encaminharam as informações contábeis, após a assinatura do contrato de concessão.

Para as concessões com dados disponíveis, utilizando-se, como variáveis de teste, os *covenants* mais usuais em contratos de dívida privada, adaptados ao contexto das transmissoras, a análise discriminante mostrou-se o método mais consistente, com menor



variação nos resultados, para janelas temporais de análise distintas. Os modelos preditores mais assertivos foram obtidos com dados de períodos mais curtos e próximos do instante “default”.

As variáveis de teste com maior poder discriminatório foram ELP/EBITDA, ELP/AT e PL/CapEx. Conjuntamente, elas indicaram a estrutura de capital escolhida pelas concessionárias para financiamento de seus projetos. Valores médios de 0,1, para PL/CapEx, e próximos de zero, para ELP/EBITDA e ELP/AT, nos últimos doze meses antes do instante “default”, caracterizaram transmissoras com incapacidade financeira para a implantação dos empreendimentos de transmissão.

Por outro lado, as empresas com sucesso na implantação dos empreendimentos começaram a contabilizar empréstimos de longo prazo no início das obras, isto é, em torno de, 17 meses antes da operação comercial das instalações, e o valor desses empréstimos cresceu rapidamente.

Observou-se, ainda, que a mediana da relação PL/CapEx das empresas “saudáveis”, 24 meses antes da entrada em operação comercial do empreendimento, superava o valor típico desse indicador nos últimos 12 meses de dados das empresas “doentes”. Esse resultado sinalizava, com antecedência significativa, indícios de sustentabilidade econômico-financeira dos projetos bem-sucedidos.

Como sugestão para pesquisas futuras, é oportuno investigar em que medida cada variável afeta a probabilidade de caducidade e, até mesmo, explorar, com maior detalhamento, a dinâmica do efeito de cada variável ao longo do ciclo de vida da concessão.

REFERÊNCIAS

ALTMAN, Edward I. Predicting financial distress of companies: revisiting the Z-score and ZETA® models. In: BELL, Adrian R.; BROOKS, Chris; PROKOPCZUK, Marcel (ed.). **Handbook of research methods and applications in empirical finance**. Londres: Edward Elgar Publishing, 2013. p. 428-456.

BEAVER, William H. Financial ratios as predictors of failure. **Journal of Accounting Research**, [s. l.], v. 4, p. 71-111, 1966.

BORGES, Luiz Ferreira Xavier. Covenants: instrumento de garantia em Project Finance. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 11, p. 117-136, jun. 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Editais de Leilão n. 01/2022-ANEEL**. Brasília, DF: ANEEL, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Balancete mensal padronizado**. Brasília, DF: ANEEL, 2024. Disponível em: <http://informacoesbmp.aneel.gov.br/>. Acesso em: 17 jan. 2024.



BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica n. 111/2016-SFF/ANEEL, de 29 de junho de 2016**. Brasília, DF: ANEEL, 2016a.

BRASIL. **Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1995a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9.074, de 7 de julho 1995**. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1995b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9074cons.htm. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 10, de 7 de janeiro de 2016**. Brasília, DF: MME, 2016b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 31, de 30 de janeiro de 2017**. Brasília, DF: MME, 2017a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 60, de 3 de março de 2016**. Brasília, DF: MME, 2016c.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 176, de 25 de março de 2019**. Brasília, DF: MME, 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 373, de 19 de setembro de 2017**. Brasília, DF: MME, 2017b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 466, de 31 de outubro de 2018**. Brasília, DF: MME, 2018a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 484, de 14 de dezembro de 2017**. Brasília, DF: MME, 2017c.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 503, de 24 de outubro de 2016**. Brasília, DF: MME, 2016d.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 519, de 3 de novembro de 2016**. Brasília, DF: MME, 2016e.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 500, de 17 de dezembro de 2018**. Brasília, DF: MME, 2018b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 607/GM/MME, de 28 de janeiro de 2022**. Brasília, DF: MME, 2022a.



BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 608 /GM/MME, de 28 de janeiro de 2022.** Brasília, DF: MME, 2022b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 609 /GM/MME, de 28 de janeiro de 2022.** Brasília, DF: MME, 2022c.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 610 /GM/MME, de 28 de janeiro de 2022.** Brasília, DF: MME, 2022d.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 611, de 10 de novembro de 2016.** Brasília, DF: MME, 2016f.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria n. 611/GM/MME, de 28 de janeiro de 2022.** Brasília, DF: MME, 2022e.

CUNHA, João Paulo Zanola. **Um estudo comparativo das técnicas de validação cruzada aplicadas a modelos mistos.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2019.

DEMERJIAN, Peter R.; OWENS, Edward L. Measuring the probability of financial covenant violation in private debt contracts. **Journal of Accounting and Economics**, [s. l.], v. 61, n. 2-3, p. 433-447, abr./maio 2016.

DOUMPOS, Michalis; ANDRIOSPOULOS, Kostas; GALARIOTIS, Emiliós; MAKRIDOU, Georgia; ZOPOUNIDIS, Constantin. Corporate failure prediction in the European energy sector: a multicriteria approach and the effect of country characteristics. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 262, n. 1, p. 347-360, out. 2017.

GIMENES, Régio Marcio Toesca; URIBE-OPAZO, Miguel Angel. Previsão de insolvência de cooperativas agropecuárias por meio de modelos multivariados. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 4, n. 3. p. 65-78, set./dez. 2001.

GUIMARÃES, Ailton; MOREIRA, Tito Belchior Silva. Previsão de insolvência: um modelo baseado em índices contábeis com utilização da análise discriminante. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 151-178, jan./abr. 2008.

HAIR JR., Joseph F.; BLACK, William; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. **Análise multivariada de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LIMA, Stefan Lourenço de. Garantias em operações de Project Finance nos setores de infraestrutura: o papel dos covenants. **Revista de Finanças Aplicadas**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-44, 2014.

MORETTIN, Pedro A.; BUSSAB, Wilton O. **Estatística básica.** 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.



OHLSON, James A. Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. **Journal of Accounting Research**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 109-131, mar./jun. 1980.

SCALZER, Rodrigo Simonassi; RODRIGUES, Adriano; MACEDO, Marcelo Álvaro da Silva. Insolvência empresarial: um estudo sobre as distribuidoras de energia elétrica brasileiras. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, Florianópolis, v. 12, n. 27, p. 27-60, set./dez. 2015.

SOBRAL, Thales Lima; BARRETO, Gilmar. Utilização dos critérios de informação na seleção de modelos de regressão linear. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, São Carlos, v. 4, n. 1, ago. 2016.

Os conceitos e as interpretações emitidos nos trabalhos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

