

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**EVERTON MARCHIORO POLI**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO HÍBRIDO DE INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO AO RISCO DE  
INSOLVÊNCIA EMPRESARIAL**

**BENTO GONÇALVES**

**2024**

**EVERTON MARCHIORO POLI**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO HÍBRIDO DE INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO AO RISCO DE  
INSOLVÊNCIA EMPRESARIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Leonardo Dagnino  
Chiwiacowsky

**BENTO GONÇALVES**

**2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

P766d Poli, Everton Marchioro

Desenvolvimento de um modelo híbrido de inteligência artificial como ferramenta de prevenção ao risco de insolvência empresarial [recurso eletrônico] / Everton Marchioro Poli. – 2024.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2024.

Orientação: Leonardo Dagnino Chiwiacowsky.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Inteligência artificial. 2. Avaliação de riscos. 3. Processo decisório. 4. Engenharia de produção. I. Chiwiacowsky, Leonardo Dagnino, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 004.8

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

**EVERTON MARCHIORO POLI**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO HÍBRIDO DE INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO AO RISCO DE  
INSOLVÊNCIA EMPRESARIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

**Aprovado em 12 de dezembro de 2024.**

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Dr. Roque Alberto Zin  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Dr. Leandro Luís Corso  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Dr. José Willer do Prado  
Universidade Federal de Lavras – UFLA

## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir esta dissertação, quero expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada. Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me guiar e me dar forças para superar os desafios ao longo deste processo.

À minha esposa, seu apoio e paciência foram fundamentais para que eu pudesse me dedicar a este trabalho. Sua presença ao meu lado foi um grande incentivo e fonte de inspiração.

À minha querida mãe e ao meu pai, sou imensamente grato por todo o amor, encorajamento e ensinamentos que me proporcionaram ao longo da vida. Seu apoio inabalável foi essencial para que eu alcançasse este momento tão importante.

Também desejo agradecer a todos os meus amigos e familiares que estiveram presentes em cada etapa desta caminhada, com palavras de incentivo e gestos de carinho.

Por fim, não poderia deixar de agradecer aos meus orientadores e professores, cuja orientação e conhecimento contribuíram significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui. Cada gesto de apoio foi valioso e fez toda a diferença. Muito obrigado!

*“Sempre faça tudo com muito amor e com  
muita fé em Deus, que um dia você chega lá.  
De alguma maneira você chega lá”.*

*Ayrton Senna (1960 – 1994)*

## RESUMO

Tendo em vista o crescente interesse acadêmico no tema “Previsão de Falência”, bem como compreendendo a relevância socioeconômica deste, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um modelo híbrido de Inteligência Artificial (IA) como ferramenta de prevenção ao risco de insolvência empresarial. Cabe ressaltar que o modelo proposto é composto por duas técnicas distintas as quais atuam de forma complementar, especificamente uma Rede Neural Artificial (RNA) e um Sistema Especialista (SE). A RNA tem como premissa básica avaliar o risco de insolvência do ativo empresarial, enquanto o SE objetiva analisar possíveis anomalias de ordem financeira e, conseqüentemente, recomendar intervenções gerenciais a fim de preservar a integridade econômica do modelo de negócio. A proposta é fruto de uma ampla revisão bibliográfica, a qual evidenciou a necessidade de uma nova abordagem metodológica, dado que o tema encontra-se saturado por discussões que não superam o viés da “eficiência preditiva”. É importante destacar que a base utilizada para o treinamento e teste dos modelos matemáticos corresponde a dados extraídos de empresas brasileiras que integram o índice Ibovespa, contudo, o desenvolvimento do SE contou com a contribuição de três profissionais da área financeira. Por fim, os resultados obtidos com a aplicação dos modelos inteligentes evidenciam a viabilidade do uso de técnicas híbridas para a construção de sistemas complexos, os quais não apenas identificam precocemente o risco financeiro, mas também recomendam ações corretivas. Em síntese, o sistema preditivo construído alcançou uma precisão de 95% na identificação de insolvência com antecedência de dois anos, permitindo o diagnóstico e a realização de inferências em tempo hábil pelo SE. Portanto, acredita-se que o modelo irá ampliar a perspectiva de aplicação prática no contexto empresarial, bem como fomentará o surgimento de uma nova geração de estudos relacionados à predição de falência.

**Palavras-chave:** Rede Neural Artificial, Sistema Especialista, Análise de Risco, Tomada de Decisão, Previsão de Falência.

## ABSTRACT

Given the growing academic interest in the topic of "Bankruptcy Prediction" and recognizing its socioeconomic relevance, this study aims to develop a hybrid Artificial Intelligence (AI) model as a tool for preventing business insolvency risks. It is worth noting that the proposed model comprises two distinct techniques that operate complementarily, specifically an Artificial Neural Network (ANN) and an Expert System (ES). The ANN is primarily designed to assess the insolvency risk of business assets, while the ES focuses on analyzing potential financial anomalies and subsequently recommending managerial interventions to preserve the economic integrity of the business model. The proposal is the result of an extensive literature review, which highlighted the need for a new methodological approach, given that the field is saturated with discussions that fail to go beyond the bias of "predictive efficiency." It is important to emphasize that the dataset used for training and testing the mathematical models was sourced from Brazilian companies listed on the Ibovespa index. Additionally, the development of the ES benefited from contributions by three financial professionals. Finally, the results obtained from applying the intelligent models demonstrate the feasibility of using hybrid techniques to build complex systems that not only identify financial risks at an early stage but also recommend corrective actions. In summary, the predictive system achieved 95% accuracy in identifying insolvency risks up to two years in advance, enabling timely diagnoses and actionable inferences by the ES. Therefore, it is believed that the model will expand the perspective of practical applications in the business context while fostering the emergence of a new generation of studies related to bankruptcy prediction.

**Keywords:** Artificial Neural Network, Expert System, Risk Analysis, Decision Making, Bankruptcy Prediction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de insolvência.....	29
Figura 2 – Análise discriminante de dois grupos .....	34
Figura 3 – Termômetro de insolvência de Kanitz .....	38
Figura 4 – Função sigmoide característica da função <i>logit</i> .....	40
Figura 5 – Neurônio biológico.....	43
Figura 6 – Representação do sistema nervoso.....	44
Figura 7 – Neurônio artificial .....	45
Figura 8 – Funções de ativação .....	46
Figura 9 – Arquitetura de rede conforme modelo de Odom e Sharda (1990).....	48
Figura 10 – Fases de desenvolvimento de um SE .....	51
Figura 11 – Processo de aquisição de conhecimento .....	52
Figura 12 – Macrofluxo do projeto de pesquisa .....	54
Figura 13 – Modelos distintos de bases simétricas e assimétricas .....	56
Figura 14 – Banco de dados simplificado .....	59
Figura 15 – Teste <i>Stepwise</i> para análise de influência .....	64
Figura 16 – Estrutura das regras .....	68
Figura 17 – Resultado classificatório da RNA sincronizada.....	71
Figura 18 – Resultado classificatório da RNA: Previsão de insolvência em 1 ano.....	72
Figura 19 – Resultado classificatório da RNA: Previsão de insolvência em 2 anos.....	72
Figura 20 – Resultado classificatório Lojas Americanas .....	73
Figura 21 – Resultado classificatório CVC Brasil.....	74
Figura 22 – Resultado classificatório Embraer.....	74
Figura 23 – Resultado classificatório Lojas Renner.....	75
Figura 24 – Comportamento da receita líquida .....	76
Figura 25 – Informações complementares relativos à receita líquida .....	76
Figura 26 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação à Receita Líquida .....	77
Figura 27 – Informações complementares relativas aos custos de produtos vendidos .....	77
Figura 28 – Comportamento dos custos de produtos vendidos.....	77
Figura 29 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação aos custos dos produtos vendidos .....	78
Figura 30 – Comportamento das despesas operacionais .....	78
Figura 31 – Informações complementares relativas a despesas operacionais.....	79

Figura 32 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação as Despesas Operacionais .....	79
Figura 33 – Comportamento das despesas com vendas .....	80
Figura 34 – Informações complementares relativas às despesas com vendas.....	80
Figura 35 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação às despesas com vendas.....	81
Figura 36 – Comportamento das despesas administrativas .....	81
Figura 37 – Informações complementares relativas às despesas administrativas .....	82
Figura 38 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação às despesas administrativas.....	82
Figura 39 – Comportamento das outras despesas operacionais .....	82
Figura 40 – Informações complementares relativas a outras despesas operacionais .....	83
Figura 41 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação a outras despesas operacionais.....	83
Figura 42 – Comportamento do lucro antes dos juros e impostos .....	84
Figura 43 – Informações complementares relativas ao lucro antes dos juros e impostos .....	84
Figura 44 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação a lucro antes de juros e impostos .....	84
Figura 45 – Comportamento das despesas financeiras.....	85
Figura 46 – Informações complementares relativas às despesas financeiras .....	85
Figura 47 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação às Despesas financeiras.....	86
Figura 48 – Comportamento do lucro líquido .....	86
Figura 49 – Informações complementares relativas ao lucro líquido.....	87
Figura 50 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao lucro líquido .....	87
Figura 51 – Comportamento do caixa gerado .....	88
Figura 52 – Informações complementares relativas ao caixa gerado .....	88
Figura 53 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao caixa gerado .....	88
Figura 54 – Comportamento da variação do caixa .....	89
Figura 55 – Informações complementares relativas a variação do caixa .....	89
Figura 56 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação à variação do caixa.....	90
Figura 57 – Comportamento da variação do caixa .....	90
Figura 58 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao ponto de equilíbrio .....	91
Figura 59 – Comportamento do caixa e equivalente de caixa.....	91
Figura 60 – Informações complementares relativas ao caixa e equivalente de caixa .....	92
Figura 61 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao caixa e equivalentes de caixa .....	92
Figura 62 – Comportamento dos estoques .....	93
Figura 63 – Informações complementares relativas aos estoques.....	93
Figura 64 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação aos estoques .....	94
Figura 65 – Comportamento do imobilizado.....	94

Figura 66 – Informações complementares relativas ao imobilizado .....	95
Figura 67 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao imobilizado .....	95
Figura 68 – Comportamento dos empréstimos e financiamentos de curto prazo.....	95
Figura 69 – Informações complementares relativas aos empréstimos de curto prazo .....	96
Figura 70 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação a empréstimos de curto prazo .....	96
Figura 71 – Comportamento dos empréstimos e financiamentos de longo prazo.....	97
Figura 72 – Informações complementares relativas aos empréstimos de longo prazo .....	97
Figura 73 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação aos empréstimos de longo prazo.....	98
Figura 74 – Comportamento do patrimônio líquido.....	98
Figura 75 – Informações complementares relativas ao patrimônio líquido .....	99
Figura 76 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao patrimônio líquido.....	99
Figura 77 – Comportamento do índice de liquidez seca .....	100
Figura 78 – <i>Feedback</i> gerado pelo SE com relação ao índice de liquidez seca .....	100

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Empresas que irão compor a base de aprendizado do modelo .....	61
Quadro 2 – Construção das distintas bases de treinamento .....	62
Quadro 3 – Variáveis sem diferença significativa entre os grupos .....	63
Quadro 4 – Grupo de contas e indicadores definido para análise do SE.....	67
Quadro 5 – Resultado gerado pelo modelo de IA .....	101

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Indicadores preditores significativos .....	57
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Árvore de Decisão
ADL	Análise Discriminante Linear
ADM	Análise Discriminante Multivariada
ADQ	Análise Discriminante Quadrática
AE	Abordagens Evolucionárias
AED	Análise Envoltória de Dados
AF	Análise Fatorial
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANN	<i>Artificial Neural Network</i>
BD	<i>Big Data</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BP	Balanço Patrimonial
BSC	<i>Balanced Score Cards</i>
CASCOR	Rede Neural Cascade-Correlation
CB	Conjuntos Brutos
CP	Concordata Preventiva
CS	Computação Suave
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DM	<i>Data Mining</i>
DF	Demonstrativo Financeiro
DRE	Demonstrativo de Resultado do Exercício
ES	<i>Expert System</i>
FCO	Fluxo de Caixa Operacional
IA	Inteligência Artificial
IoT	<i>Internet of Things</i>
LP	Programação Linear
MA	Mapa de Auto-organização
MD	Módulo de Diagnóstico
MEI's	Microempreendedores Individuais
MP	Módulo Preditivo
MPE	Micro e Pequenas Empresas

MVS	Máquina de Vetor de Suporte
PMC	Perceptron de Múltiplas Camadas
PO	Pesquisa Operacional
PQ	Programação Quadrática
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
RJ	Recuperação Judicial
RL	Regressão Logística
RM	Regressão Múltipla
RNA	Rede Neural Artificial
RNAA	Rede Neural Auto-associativo
RNP	Redes Neurais Probabilísticas
S&OP	<i>Sales and Operations Planning</i>
SAD	Sistema de Apoio a Decisão
SBC	Sistemas Baseados em Conhecimento
SE	Sistema Especialista
SIG	Sistema Integrado de Gestão
SIH	Sistemas Inteligentes Híbridos
TI	Tecnologia da Informação
VA	Vetor de Aprendizagem

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	17
1.2	JUSTIFICATIVA.....	19
<b>1.2.1</b>	<b>Justificativa teórica.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Justificativa prática .....</b>	<b>24</b>
1.3	QUESTÃO DE PESQUISA .....	26
1.4	OBJETIVOS .....	26
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>26</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>26</b>
1.5	CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA.....	27
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>28</b>
2.1	INSOLVÊNCIA, FALÊNCIA E DIFICULDADE FINANCEIRA .....	28
<b>2.1.1</b>	<b>Insolvência, falência e dificuldade financeira .....</b>	<b>28</b>
2.2	MODELOS DE PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA .....	30
<b>2.2.1</b>	<b>Modelo de Fitzpatrick (1932).....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Modelo Beaver (1966).....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Modelo de Altman (1968).....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Modelo de Kanitz (1974) .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Modelo de Ohlson (1980).....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Modelo de Odom e Sharda (1990).....</b>	<b>42</b>
2.3	SISTEMAS ESPECIALISTAS .....	49
<b>2.3.1</b>	<b>Sistemas especialistas.....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Aquisição do conhecimento.....</b>	<b>51</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Representação do conhecimento .....</b>	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>54</b>
3.1	MÉTODO DE PESQUISA.....	54
<b>3.1.1</b>	<b>Delimitações do trabalho.....</b>	<b>55</b>
3.2	ORGANIZAÇÃO DOS DADOS .....	57
<b>3.2.1</b>	<b>Definição das variáveis .....</b>	<b>57</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Coleta e organização de dados.....</b>	<b>59</b>
3.3	ANÁLISE DOS DADOS .....	62
3.4	DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS INTELIGENTES .....	64

<b>3.4.1</b>	<b>Desenvolvimento do modelo de predição de insolvência.....</b>	<b>65</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Desenvolvimento do modelo especialista .....</b>	<b>66</b>
<b>3.5</b>	<b>ANÁLISE DO MODELO .....</b>	<b>69</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS GERADOS PELO MODELO DE PREVISÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2</b>	<b>RESULTADOS GERADOS PELO MODELO ESPECIALISTA.....</b>	<b>75</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Análise do demonstrativo de resultado do exercício e demonstrativo financeiro.</b>	<b>75</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Análise do balanço patrimonial.....</b>	<b>91</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Análise dos modelos de IA .....</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>103</b>
<b>5.1</b>	<b>OPORTUNIDADES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>104</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE A – CONJUNTO DE VARIÁVEIS DO MODELO.....</b>	<b>112</b>
	<b>APÊNDICE B – CONJUNTO DE EMPRESAS MAPEADAS ENTRE 2000 E 2023....</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICE C – VARIÁVEIS NULAS E AUSENTES ELIMINADAS.....</b>	<b>122</b>
	<b>APÊNDICE D – VARIÁVEIS CORRELACIONADAS ELIMINADAS.....</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE E – ESTRUTURA DE RECOMENDAÇÕES E SAÍDAS DO SE.....</b>	<b>126</b>
	<b>APÊNDICE F – SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS PARA TREINAMENTO DA RNA..</b>	<b>137</b>
	<b>APÊNDICE G – SISTEMA ESPECIALISTA LOJAS AMERICANAS .....</b>	<b>151</b>
	<b>APÊNDICE H – SISTEMA ESPECIALISTA CVC BRASIL .....</b>	<b>183</b>
	<b>APÊNDICE I – SISTEMA ESPECIALISTA EMBRAER.....</b>	<b>214</b>
	<b>APÊNDICE J – SISTEMA ESPECIALISTA LOJAS RENNER .....</b>	<b>245</b>
	<b>APÊNDICE K – SISTEMA DE PREDIÇÃO DE INSOLVÊNCIA .....</b>	<b>277</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O nível de competitividade nos negócios vem se intensificando ao longo das últimas décadas em decorrência da globalização econômica, além disso, a acessibilidade a informações de forma massiva em meios eletrônicos e digitais tem possibilitado ao consumidor a análise e comparação de produtos e serviços em mercados não regionalizados, condição a qual amplia a perspectiva de competição entre as empresas. Deste modo, para que uma organização se mantenha ativa economicamente, torna-se imprescindível uma gestão empresarial eficiente e assertiva, sem espaço para falhas.

No entanto, o processo de tomada de decisão empresarial envolve múltiplas variáveis, tais como, parâmetros econômicos, legislações, disponibilidade financeira, restrições de recursos físicos e aspectos governamentais, o que impacta diretamente na complexidade da análise. De acordo com Simon (1979), é importante compreender que os indivíduos, por muitas vezes se deparam com cenários complexos para tomada de decisão, os quais envolvem informações restritas, incertezas relacionadas, bem como, limitações cognitivas do próprio tomador de decisão. Esta circunstância evidencia a necessidade da utilização de metodologias estruturadas de apoio decisório, pois considera o conceito de racionalidade limitada. Para Varela, Barbosa e Farias (2015), o processo decisório humano pode sofrer influência de fatores como estrutura intelectual do indivíduo, crenças, valores, condições emocionais e fisiológicas, pressão do meio, tempo, esforço, interesses, expectativas e ambições pessoais.

Compreendendo estas dificuldades e limitações, as organizações têm buscado a implementação de diferentes metodologias de suporte à tomada de decisão com o intuito de mitigar possíveis falhas. Como exemplo pode-se citar ferramentas de gestão empresarial, como *Balanced Score Cards (BSC)*, *Business Intelligence (BI)*, Sistema de Apoio a Decisão (SAD), Sistema Integrado de Gestão (SIG), *Sales and Operations Planning (S&OP)*. Já entre as técnicas computacionais, destacam-se *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Árvore de Decisão (AD)*, Redes Neurais Artificiais (RNA), entre outras. Além disso, com o advento das Tecnologias 4.0, *Internet of Things (IoT)*, *Big Data (BD)* e *Data Mining (DM)*, os estudos relacionados à implementação de sistemas de Inteligência Artificial (IA) tem ganhado destaque no campo científico e empresarial.

Neste contexto, a previsão de falhas empresariais tem sido amplamente estudada por diversas áreas do conhecimento, a fim de desenvolver metodologias que auxiliem as instituições na identificação de potenciais anomalias financeiras e na adoção de medidas preventivas (Pereira; Domínguez; Ocejó, 2007). Entre as áreas que contribuem para o tema de pesquisas

estão: Finanças, Contabilidade, Economia e Ciências da Computação. Segundo Shi e Li (2019), o tema pode ser encontrado na literatura com as seguintes terminologias: Previsão de Falência, Predição Padrão, Predição de Risco, Fracasso Financeiro, Dificuldades Financeiras, Previsão de Insolvência, Fracasso Empresarial, *Bankruptcy Prediction*, *Pattern Prediction*, *Risk Prediction*, *Financial Failure*, *Financial Distress*, *Insolvency Prediction* e *Business Failure*.

De acordo com López, Sánchez e Monelos (2014), os modelos de predição de risco e falhas financeiras permitem identificar previamente potenciais colapsos empresariais, como falência ou insolvência. No entanto, é importante questionar se apenas essa informação por si só é suficiente para subsidiar uma intervenção gerencial eficiente.

No entanto, é importante destacar que, de acordo com Jarrahi (2018), as tecnologias de IA estão se proliferando com velocidade nos ambientes corporativos, visto que ela possibilita subsidiar o processo decisório a partir do tratamento de grandes volumes de dados, condição a qual encorajou cerca de 85% dos executivos norte-americanos a investir em soluções de IA para suas organizações nos próximos anos.

Segundo Francisco (2019), existe um crescente interesse acadêmico sobre o tema, o qual pode ser evidenciado pelo volume e diversidade de publicações disponíveis em áreas como saúde, finanças, recursos humanos, jurídico, previsão de demanda, falhas de máquinas e fracasso empresarial. Fuchs e Fumagalli (2016) também ressaltam que a IA tem apresentado resultados sólidos, gerando uma expectativa positiva em relação à sua aplicabilidade no contexto empresarial. Sua flexibilidade no uso de grandes volumes de dados possibilita o apoio decisório em problemas de ordem complexa.

Diante disso, este estudo propõe o desenvolvimento de um modelo híbrido de inteligência artificial, composto por uma Rede Neural Artificial (RNA) e um Sistema Especialista (SE). Essa construção não se limita apenas a avaliar o risco de insolvência empresarial de forma eficiente, mas também pretende subsidiar o processo de tomada de decisão gerencial por meio de recomendações de ordem financeira.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A história da IA é rodeada por um arcabouço de possibilidades e fantasias, alguns dos mais notórios filósofos, cientistas e escritores já haviam vislumbrado o uso de máquinas inteligentes como um mecanismo capaz de ajudar o ser humano. René Descartes, por exemplo, apresentou interesse sobre esta temática quando empregou em uma de suas obras a expressão "homem mecânico" como uma metáfora ao futuro. Gottfried Wilhelm Leibniz, por outro lado,

cogitava a construção de dispositivos de raciocínio mecânicos os quais fariam o uso de regras lógicas para resolução de problemas, condição a qual se concretizou em 1642 quando Blaise Pascal projetou a primeira calculadora mecanizada. Além destas personalidades, alguns escritores de ficção científica como Júlio Verne, Isaac Asimov e L. Frank Baum fizeram a alusão ao uso de máquinas inteligentes em suas obras, assim instigando a comunidade científica a refletir sobre as considerações e limitações no desenvolvimento de algoritmos de IA (Buchanan, 2006).

A combinação de distintos campos é estritamente relevante à luz do tema, visto que, a IA advém da perspectiva multidisciplinar correspondente a diferentes áreas do conhecimento, tais como: filosofia, matemática, economia, neurociência, psicologia e engenharia da computação. Esta vasta composição possibilitou o desenvolvimento de técnicas que viabilizam a reprodução do sistema de aprendizado humano, assim como, o de tomada de decisão (Nogueira *et al.*, 2018).

No entanto, a IA não é uma tecnologia recente, ao contrário, sua origem se deu em 1950, quando Turing (1950) apresentou de forma inovadora e categórica o conceito de “*artificial intelligence*” e “*machine learning*” em seu artigo *Computing machinery and intelligence*, assim permitindo o reconhecimento do conteúdo como matéria científica relevante, onde o cerne de sua pesquisa tratava a questão: *can machines think?*

Desde a sua origem a IA vem sendo aplicada e aperfeiçoada em períodos distintos da história. Durante a II Guerra Mundial e Guerra Fria, o tema foi explorado de forma tímida, no entanto, na década de 60, houve uma expectativa de desenvolvimento acelerado na área em virtude do envolvimento de matemáticos e mestres do xadrez na construção de programas e algoritmos inteligentes. Infelizmente, os resultados gerados não foram satisfatórios e este período ficou conhecido como “inverno da IA” (Cozman, 2020).

Nos últimos anos, a comunidade científica tem testemunhado uma mudança positiva relacionada à área de IA, onde as possibilidades teóricas estão de fato se concretizando. Este progresso é reflexo do amadurecimento das Tecnologias da Informação (TI), bem como, da utilização de equipamentos industriais de precisão na construção de dispositivos e *hardwares* de alta performance, o que possibilitou o aumento da capacidade de armazenamento e processamento de dados. Tendo como base este progresso, novas tecnologias surgiram, como exemplo: o armazenamento de dados em nuvem “*Cloud Computing*”, comunicação entre máquinas por meio da internet das coisas “*Internet of Things*”, ciência dos dados que engloba temas como “*Data Science*”, “*Big Data*” e “*Data Analytics*” (Mazzaferro, 2018).

Para Segura (2018), inúmeras aplicações envolvendo IA podem ser observadas na atualidade, tais como: os veículos autônomos desenvolvidos pela NASA, a utilização de *software* de inteligência no suporte bancário como a BIA (Banco Bradesco) e o ORI (Banco Original), além da aplicação em sistemas de vendas como a LIA (Leroy Merlin) e a LU (Magazine Luiza), ou até mesmo na análise de processos legais como a CAROL (Urbano Vitalino Advogados). Além das soluções citadas anteriormente, outras aplicações têm ganhado notoriedade no campo da IA, a exemplo, na área da saúde, produtos como AIDoc Medical, Zebra Medical Vision e PathAI dispõem de soluções de suporte ao diagnóstico de imagens, voltados a tomografia computadorizada, ressonância magnética e raio-x. Na área de assistência, a IA se popularizou com produtos voltados a automação residencial, tais como: Amazon Alexa, Google Assistant e Apple HomeKit Siri. Contudo, ainda existem as tecnologias chatbots, que visam simular conversas bem como responder perguntas, entre os produtos de maior destaque estão: ChatGPT desenvolvido pela OpenAI, IBM Watson Assistant, Dialogflow desenvolvido pela Google e Botsify.

Compreendendo a relevância das organizações no sistema socioeconômico, o presente estudo pretende desenvolver um modelo híbrido de inteligência artificial capaz de auxiliar a tomada de decisão empresarial a fim de prevenir o risco financeiro. De acordo com o escritório de consultoria McKinsey & Company (2018), existe uma tendência de rápida adoção das técnicas de IA no mundo corporativo, esta afirmação é fruto de uma pesquisa *Survey* aplicada a 2135 representantes de empresas globais. Embora esta adesão tenha ocorrido de forma gradativa, 30% dos entrevistados revelaram que estão conduzindo testes para implementação das tecnologias inteligentes, e, além disso, entre os setores de maior interesse estão os de telecomunicações, alta tecnologia e finanças, o que reforça a relevância do tema tratado nesta pesquisa.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A presente seção encontra-se dividida em dois tópicos, especificamente justificativa teórica e justificativa prática. Inicialmente é realizada uma revisão das principais contribuições da literatura frente à previsão de insolvência, a fim de identificar lacunas e oportunidades a serem exploradas cientificamente. Em seguida, são apresentadas as implicações práticas relacionadas à relevância deste tema, tanto para a economia em geral quanto para as instituições empresariais.

### 1.2.1 Justificativa teórica

O cenário econômico brasileiro tem apresentado um comportamento instável nos últimos anos, condição a qual dificulta a gestão das empresas, pois gera inúmeras incertezas e riscos a serem administrados. No entanto, os problemas de ordem econômica não são uma exclusividade do mercado brasileiro, ao longo da história mundial pode-se citar variadas circunstâncias as quais o ritmo do consumo sofreu alterações gerando colapsos financeiros, tais como “a grande depressão” em 1929, “a crise dos países latino-americanos” em 1980, “a crise mexicana” em 1994, “a crise asiática” em 1997, “a crise russa” em 1998, “a crise do *subprime*” em 2008 e “a crise do coronavírus” em 2020.

Compreendendo a volatilidade do mercado e limitações gerenciais, desde 1930 as áreas de contabilidade, finanças e tecnologia têm se empenhado em desenvolver ferramentas e mecanismos que possam auxiliar o processo de previsão de falhas financeiras. De acordo com Pereira e Martins (2015), o primeiro estudo relacionado à previsão de insolvência foi desenvolvido por Fitzpatrick (1932), entretanto, o campo ganhou notoriedade após as pesquisas elaboradas por Altman (1968), tendo em vista que sua técnica possuía maior rigor estatístico, pois descende do método (Z-score). Além disso, é importante comentar que o modelo proposto apresentou alta capacidade de previsão, assim motivando outros pesquisadores a produzirem novos estudos na área.

Segundo Vieira *et al.* (2020), os modelos de previsão de falência são amplamente utilizados por instituições financeiras, bancos, gestores de crédito, analistas de investimentos e peritos contábeis. Para Rezende *et al.* (2017), as técnicas de previsão de insolvência são extremamente importantes para o uso empresarial, pois possibilitam a identificação de anomalias financeiras antes mesmo que aconteçam.

Com o intuito de identificar lacunas científicas e oportunidades de pesquisa, foram avaliadas diferentes revisões bibliográficas frente ao tema, assim compreendendo a evolução das técnicas preditivas e o *status* atual deste. Sendo assim, foram avaliados quatro artigos, são eles: *Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – A review*, desenvolvido por Kumar e Ravi (2007), proveniente da Índia; *A bibliometric study on intelligent techniques of bankruptcy prediction for corporate firms*, desenvolvido por Shi e Li (2019), proveniente da Espanha; *Estudos de previsão de falência – uma revisão das publicações internacionais e brasileiras de 1930 a 2015*, desenvolvido por Pereira e Martins (2015), proveniente do Brasil e; *Métodos de previsão de insolvência: evolução das pesquisas brasileiras nos últimos 20 anos*, desenvolvido por Vieira *et al.* (2020), proveniente do Brasil.

O estudo conduzido por Kumar e Ravi (2007) contemplou uma abrangente revisão bibliográfica de trabalhos internacionais desenvolvidos durante o período de 1968 a 2005. É importante ressaltar que os artigos avaliados englobaram duas classes metodológicas distintas: métodos baseados em técnicas estatísticas e métodos provenientes de sistemas inteligentes, os quais foram desenvolvidos para solucionar problemas de predição de falência em bancos e empresas. Entre as principais técnicas estatísticas identificadas estão: Análise Discriminante Linear (ADL), Análise Discriminante Multivariada (ADM), Análise Discriminante Quadrática (ADQ), Regressão Logística (RL) e Análise Fatorial (AF). Com relação às técnicas inteligentes, pode-se citar diferentes arquiteturas de: RNA incluindo *Perceptron* de Múltiplas Camadas (PMC), Redes Neurais Probabilísticas (RNP), Rede Neural Auto-associativa (RNAA), Mapa de Auto-organização (MA), Vetor de Aprendizagem (VA) e Rede Neural *Cascade-Correlation* (CASCOR) (em conjunto), Árvore de Decisão (AD), Raciocínio Baseado em Casos (RBC), Abordagens Evolucionárias (AE), Conjuntos Brutos (CB), Computação Suave (CS), Sistemas Inteligentes Híbridos (SIH), técnicas de Pesquisa Operacional (PO), incluindo Programação Linear (LP), Análise Envoltória de Dados (AED) e Programação Quadrática (PQ), entre outras técnicas, incluindo Máquina de Vetor de Suporte (MVS) e Lógica *Fuzzy*. O trabalho possibilitou a segmentação de informações como técnica aplicada, indicadores financeiros utilizados, país de origem, fonte dos dados utilizada, horizonte de projeção e desempenho da técnica. Ao total, foram avaliados 128 artigos, os quais foram publicados em conferências internacionais e periódicos revisados por pares, editados em áreas como custos, finanças, gestão, pesquisa operacional, redes neurais, tecnologia da informação e sistemas de apoio à decisão. A revisão realizada revelou uma tendência ao uso de RNA's com 25 artigos selecionados e examinados. Com relação a indicadores financeiros, o estudo aponta que, a maior parte dos trabalhos consideraram variáveis de ordem financeira, enquanto apenas uma minoria considerou variáveis oriundas de fontes contábeis. Esta condição reforça um amadurecimento das técnicas de previsão de acordo com os autores, pois este comportamento evidencia a diversificação das bases utilizadas pelos modelos precursores os quais faziam o uso apenas de indicadores contábeis. Cabe acrescentar que, o país que mais contribui para o tema corresponde aos EUA, seguido por países europeus. Por fim, os autores reforçam que os métodos preditivos tendem à utilização de sistemas inteligentes, tendo em vista a notória eficiência apresentada na bibliografia examinada e ao enorme potencial destas técnicas. Além disso, os autores recomendam a realização de estudos futuros voltados à estruturação de modelos híbridos, o que permitiria ir além da simples previsão de falhas financeiras. Ou seja, combinando diferentes metodologias de IA, estes modelos poderão sugerir intervenções de

ordem financeira, assim ampliando a sua aplicação no contexto empresarial, condição a qual as técnicas inteligentes podem auxiliar significativamente.

De acordo com o estudo bibliométrico realizado por Shi e Li (2019), as técnicas de previsão de falência têm apresentado uma clara tendência ao uso de tecnologias de IA e modelos de aprendizado de máquina. É importante mencionar que revisões anteriores conduzidas por Dimitras *et al.* (1996), Balcaen e Ooghe (2006) e Gissel *et al.* (2007) relataram uma maior aderência a metodologias estatísticas. No entanto, outras linhas de pesquisa indicam uma preferência pelo uso de técnicas inteligentes, refletindo o progresso da ciência da computação e o amadurecimento das tecnologias de IA, conforme evidenciado nos trabalhos de Wilson e Sharda (1994), Zhang *et al.* (1999), Min e Lee (2005), Shin *et al.* (2005) e Pan (2012). No entanto, ainda há um grupo de pesquisadores que estuda modelos de características híbridas, que combinam métodos estatísticos e inteligentes em uma mesma arquitetura, como referência pode-se citar o estudo desenvolvido por Wang *et al.* (2017). Em síntese, o presente estudo bibliométrico foi construído com base em pesquisas dispostas na base de dados da *Web of Science*, publicadas no período de 1968 a 2018. O termo de busca se delimitou a seis palavras-chaves: *Bankruptcy Prediction* “Previsão de Falência”; *Default Prediction* “Predição Padrão”; *Financial Failure* “Fracasso Financeiro”; *Financial Distress* “Dificuldades Financeiras”; *Insolvency* “Insolvência”; e *Business Failure* “Fracasso Empresarial”. Como resultado da busca, a pesquisa mapeou 413 publicações acadêmicas significativas, sendo que a análise destas revelou que o número de trabalhos associados a modelos inteligentes aumentou consideravelmente após 2008 e 2009, passando de 10 para 29 pesquisas. Shi e Li (2009), afirmam que a crise do *subprime* ocorrida em 2008, motivou os pesquisadores a questionarem os métodos tradicionais provenientes da base estatística e contábil, gerando uma tendência ao uso de técnicas de IA. Em conclusão, pode-se afirmar que este estudo contribui para a literatura existente ao descrever a evolução das técnicas de previsão de falências, possibilitando novos *insights* para a comunidade científica. Além disso, os autores apontam uma lacuna a ser explorada no campo de *Financial Distress*, uma vez que os modelos investigados apenas indicam a probabilidade de fracasso futuro, no entanto não recomendam intervenções mediante a identificação destas falhas potenciais.

O estudo proposto por Pereira e Martins (2015), teve como objetivo realizar uma profunda revisão frente às principais pesquisas brasileiras e internacionais, delimitadas à aplicação de técnicas de previsão de falência, abrangendo um período amplo de 1930 a 2015. A busca resultou em um total de 227 artigos a serem explorados, sendo 48 nacionais e 179 internacionais, provenientes das bases de dados SPELL, Periódicos Capes e Scielo. Importante

ressaltar que a pesquisa possibilitou categorizar em uma linha do tempo os trabalhos mapeados, bem como, identificar as técnicas utilizadas, o número de variáveis utilizadas, o autor e a eficiência do modelo. Além destes pontos, os estudos foram agrupados em categorias baseadas em: análise financeira comparativa de indicadores; análise univariada baseada em indicadores contábeis tradicionais; análise multivariada baseada em informações contábeis tradicionais; análise multivariada baseada em informações contidas no fluxo de caixa e; análise multivariada baseada em técnicas estatísticas de quarta geração (indicadores financeiros não contábeis). Como contribuição significativa deste estudo, destaca-se que, entre os métodos estatísticos mais utilizados, estão as técnicas de ADM, enquanto, entre as técnicas inteligentes, destacam-se os modelos de RNA. No entanto, embora a pesquisa apresente uma série de modelos matemáticos, os quais têm sido amplamente discutidos, os autores salientam que esta área de pesquisa não sofreu nenhum acréscimo significativo além do que já tenha sido estressado cientificamente. Portanto, os trabalhos futuros podem se restringir à utilização dos métodos já existentes, tendo em vista que atualmente a bibliografia contempla mais de 200 modelos, os quais possuem uma alta capacidade preditiva. Entretanto, os pesquisadores devem compreender como estes métodos podem auxiliar de forma efetiva e prática as organizações, condição a qual as revisões encontradas na literatura não tratam de forma explícita, pois discutem e comparam os modelos a partir de aspectos de eficiência matemática e não práticos.

A fim de complementar a janela temporal de 2015 até a data atual, será apresentada a revisão bibliográfica proposta por Vieira *et al.* (2020), a qual avaliou a evolução das pesquisas realizadas na área de previsão de falência no Brasil no período de 1994 a 2019, frente a periódicos publicados nas bases de dados SPELL e Portal de Periódicos CAPES, classificados com notas A1, A2, B1, B2 e B3 pelo Qualis CAPES. Cabe salientar que esta delimitação resultou em um conjunto de artigos relativamente menor que os demais estudos analisados anteriormente, sendo um total de 27 artigos. Neste conjunto de referências, foi identificada a utilização de seis técnicas preditivas: análise discriminante; regressão logística; redes neurais artificiais; análise de eficiência de dados; Monte Carlo e modelos de análise multicritério. Contudo, o estudo proposto por Horta, Alves e Carvalho (2014) ganhou um destaque na pesquisa de Vieira *et al.* (2020), considerando a utilização de técnicas híbridas como *Data Mining*, RNA e RL, as quais foram aplicadas em bancos de dados de forma generalizada, sem distinção a segmento de atuação econômica, em contraponto a recomendações clássicas de Altman (1968). Importante comentar que a eficiência preditiva do modelo desenvolvido por Horta, Alves e Carvalho (2014) atingiu um valor significativo de 93,98%, o que abre precedente para o desenvolvimento de novos estudos de ordem generalista.

Portanto, diante da crescente adoção ao uso de técnicas inteligentes e identificando a latente necessidade ao desenvolvimento de um modelo capaz de subsidiar intervenções a problemas de ordem financeira, o presente estudo justifica a sua relevância acadêmica. A estrutura proposta visa ir além da tarefa de prever o “risco”, mas também pretende subsidiar a tomada de decisão gerencial a partir de inferências. Destaca-se que o projeto aqui proposto vem ao encontro das lacunas identificadas anteriormente, tendo em vista que a discussão frente à eficiência dos modelos preditivos encontra-se saturada.

### **1.2.2 Justificativa prática**

No Brasil, as Micro e Pequenas Empresas (MPE) representam 97,5% do total de empresas constituídas no país, as quais contribuem diretamente para a economia, gerando postos de trabalho e distribuição de renda. Contudo, 22% destas instituições decretam falência antes mesmo de completar os dois primeiros anos de existência. As causas que levam tais empresas ao fracasso são inúmeras, tais como: falhas gerenciais, fatores econômicos, despesas excessivas, falta de conhecimento de mercado, entre outras (Pereira; Sousa, 2009).

De acordo com Antão, Peres e Marques (2018), existem quatro fatores de dimensão micro e macroeconômica que contribuem de forma significativa para o encerramento das operações empresariais, respectivamente: problemas de gestão, falhas financeiras, deterioração da rentabilidade e desaceleração das vendas e atividades.

Para Chiavenato (2008), as causas mais comuns de falhas empresariais são:

- a) inexperiência, com influência de 72%, compreendendo incompetência do empreendedor, falta de experiência de campo, falta de experiência profissional e experiência desequilibrada;
- b) fatores econômicos, com influência de 20%, compreendendo lucros insuficientes, juros elevados, perda de mercado, mercado consumidor restrito e nenhuma viabilidade futura;
- c) vendas insuficientes, com influência de 11%, compreendendo fraca competitividade, recessão econômica, comercialização insuficientes de produtos e dificuldade de estoques;
- d) despesas excessivas, com influência de 8%, compreendendo dívidas e elevada carga tributária e despesas operacionais;
- e) outras causas, com influência de 3%, compreendendo negligência, capital insuficiente, clientes insatisfeitos, fraudes e ativos insuficientes.

Segundo o Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação (2013), as principais causas de desaparecimento das MPE's brasileiras são:

- a) falta de planejamento e informações de mercado;
- b) complexidade tributária e burocracias;
- c) dificuldade de acesso ao crédito financeiro e investimentos;
- d) tecnologias de gestão complexas e de alto custo;
- e) conflitos familiares ou conflitos societários;
- f) encerramento espontâneo de atividades (doença, morte, falta de estímulo à manutenção do negócio);
- g) outras causas (desatualização tecnológica e política econômica).

De acordo com SEBRAE (2014), a geração de caixa é umas das variáveis de maior impacto no processo de fracasso empresarial, tendo em vista que todas as ações estratégicas, táticas e operacionais refletem na performance financeira da instituição. Para sustentar esta afirmação, a seguir serão apresentados os principais fatores de fracasso empresarial, mapeados a partir de uma pesquisa de campo realizada pela Instituição, são estes:

- a) falta de capital e lucro, com influência de 19%;
- b) encontrou outra atividade mais rentável, com influência de 14%;
- c) falta de clientes, com influência de 9%;
- d) problemas particulares, com influência de 9%;
- e) problemas de planejamento administrativo, com influência de 8%;
- f) problema societário, com influência de 7%;
- g) burocracia e impostos, com influência de 6%;
- h) concorrência forte, com influência de 3%;
- i) outros motivos, com influência de 17%.

No entanto, o insucesso não é apenas uma realidade das pequenas e médias empresas, visto que grandes companhias acabaram por encerrar as suas operações, tais como: Kodak, Blockbuster, Myspace, Xerox, Blackberry, Parmalat, Varig, entre outras (Startase, 2018).

O estudo realizado pelo IBGE (2020) e intitulado como “Demografia das Empresas e Estatísticas de Empreendedorismo” revelou que, entre o ano de 2013 e 2018, o número de empresas que encerraram as operações no Brasil atingiu um total de 382.200 organizações. Entretanto, cabe salientar que o conjunto de dados ignora as figuras empresariais, tais como Microempreendedores Individuais (MEI's), órgãos da administração pública, entidades sem fins lucrativos e organizações internacionais, com o intuito de minimizar possíveis distorções geradas pela característica instável destas instituições.

Ainda neste contexto, a pesquisa “Pulso Empresa: Impacto da Covid-19 nas Empresas”, coordenada pelo IBGE e publicada pela revista eletrônica El País (2020), revelou que, os impactos gerados pela pandemia foram devastadores. E esta condição é evidenciada pelo fato de que, apenas no período de janeiro a agosto de 2020 o número de operações encerradas ultrapassou os dados históricos de 2013 a 2018, quando, 716.000 empresas encerraram as suas atividades no Brasil. Esta condição é preocupante, pois este fenômeno implica no aumento dos índices de desemprego, ineficiência na distribuição de renda, queda do consumo e geração de pobreza.

Portanto, com base nos aspectos citados anteriormente, o presente estudo justifica a sua relevância, pois a descontinuidade empresarial é um problema de ordem socioeconômica. Deste modo, o desenvolvimento de uma ferramenta inteligente de predição e diagnóstico de falhas financeiras, pode gerar benefícios práticos às instituições empresariais e à sociedade.

### 1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

De acordo com as lacunas e oportunidades científicas identificadas anteriormente, o presente estudo irá tratar a seguinte questão de pesquisa: Como desenvolver um modelo híbrido de inteligência artificial composto por uma RNA e um SE, a fim de subsidiar o processo de tomada de decisão financeira e prevenir o risco de insolvência empresarial?

### 1.4 OBJETIVOS

A fim de responder à questão de pesquisa deste trabalho, a presente seção encontra-se dividida em objetivo geral e objetivos específicos.

#### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo consiste em desenvolver um modelo híbrido de inteligência artificial, composto por uma RNA e um SE, a fim de subsidiar o processo de tomada de decisão financeira e prevenir o risco de insolvência empresarial.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral desta pesquisa, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- a) determinar quais variáveis irão integrar o conjunto amostral do modelo preditivo;
- b) realizar a coleta e organização dos dados amostrais para tratamento;
- c) definir as variáveis significativas por meio de análise estatística dos dados coletados;
- d) desenvolver um modelo de IA com base em uma arquitetura de Rede Neural Artificial (RNA), com o intuito de realizar a predição de insolvência;
- e) desenvolver um modelo de IA a partir de um Sistema Especialista (SE), a fim de realizar recomendações de intervenções de ordem financeiras;
- f) aplicar o modelo de predição de insolvência ao conjunto de dados amostrais coletados, a fim de avaliar a sua eficiência preditiva;
- g) aplicar o modelo de recomendação ao conjunto de dados amostrais coletados, a fim de avaliar a sua eficácia.

## 1.5 CLASSIFICAÇÃO METODOLÓGICA

Em termos gerais o presente trabalho corresponde a uma pesquisa de natureza aplicada, pois irá tratar informações de ordem quantitativa frente a problemas financeiros empresariais. Já em relação a seus objetivos e procedimentos, o projeto pode ser categorizado como uma pesquisa explicativa e experimental, pois visa estabelecer classificações, correlações e influências entre variáveis. Por fim, cabe observar que o método de pesquisa adotado corresponde a modelagem e simulação matemática.

De acordo com Pereira (2019), uma pesquisa explicativa tem como objetivo principal investigar os elementos que influenciam a ocorrência de um fenômeno específico. Desta forma, a fim de identificar a causa raiz deste evento, é importante analisar o fenômeno de forma crítica, identificando os fatores de maior relevância e relacionando o conhecimento à realidade. Sendo assim, o procedimento experimental pode ser visto como uma extensão da pesquisa explicativa, tendo em vista que o procedimento experimental tem como propósito identificar as variáveis dependentes e independentes do problema sob a perspectiva de determinar o que produz o evento em estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo encontra-se dividido em quatro blocos distintos, sendo que inicialmente é realizada uma breve conceituação sobre os termos insolvência, falência e dificuldade financeira, a fim de facilitar o entendimento sobre os termos empregados a esta pesquisa. Em um segundo momento, tendo em vista que a bibliografia apresenta uma diversidade de trabalhos publicados frente ao tema desta pesquisa, o presente capítulo irá exibir os modelos de previsão de falência de maior relevância, os quais foram reportados nos estudos de bibliográficos de Kumar e Ravi (2007), Shi e Li (2019), Pereira e Martins (2015) e Vieira *et al.* (2020). Em sequência o presente capítulo irá discorrer sobre os fundamentos construtivos dos sistemas especialistas. E, por fim, o último bloco apresenta os conceitos que irão embasar a heurística construtiva do módulo de diagnóstico, especificamente a metodologia custo-volume-lucro.

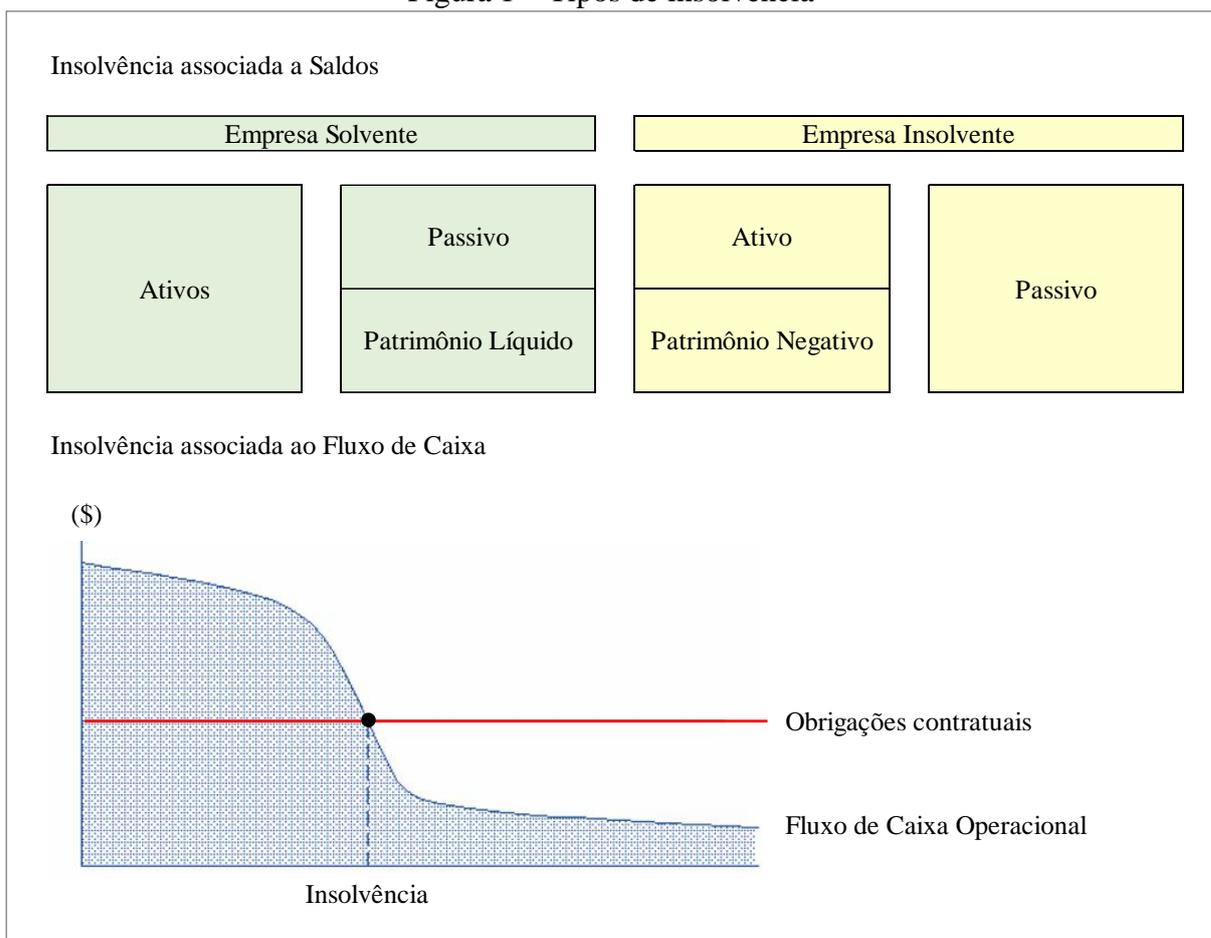
### 2.1 INSOLVÊNCIA, FALÊNCIA E DIFICULDADE FINANCEIRA

Os termos insolvência e falência podem ser tratados como sinônimos tendo em vista a delimitação da abordagem, no entanto em âmbito jurídico existe uma diferença entre estes vocábulos. Desta forma, o presente tópico irá apresentar o significado de insolvência e falência a partir da perspectiva jurídica e científica. Assim como, irá abordar os elementos que caracterizam o contexto de dificuldade financeira em uma organização, condição a qual é de extrema relevância para delimitação desta pesquisa.

#### 2.1.1 Insolvência, falência e dificuldade financeira

De acordo com Lopes e Iudícibus (2017) a insolvência pode ser definida como a incapacidade de uma empresa honrar os seus compromissos e obrigações financeiras. Contudo, para Lopes e Martins (2007), a insolvência corresponde à dificuldade de solver o passivo gerado frente à tomada de capital de terceiros, ou seja, operacionalmente o ativo empresarial apresenta viabilidade econômica, no entanto, não possui capacidade para honrar os pagamentos relativos a recursos captados em terceiros. Para Ross, Westerfield e Jaffe (2011), o conceito de insolvência pode estar associado aos saldos oriundos do Balanço Patrimonial (BP), ou aos saldos oriundos do Fluxo de Caixa Operacional (FCO). A Figura 1 apresenta os distintos tipos de insolvência.

Figura 1 – Tipos de insolvência



Fonte: adaptado de Ross, Westerfield e Jaffe (2011)

Segundo Jupetipe *et al.* (2017), a falência é decretada quando a operação é inviável economicamente, condição a qual incapacita a organização de propor negociações para liquidação de seus passivos. Desta forma, a fim de minimizar as perdas aos credores, a legislação falimentar propõe procedimentos para liquidação dos bens da devedora com o intuito de reparar efeitos colaterais causados. Para Lopes e Iudícibus (2017), a falência corresponde a um procedimento legal o qual identifica a inaptidão da instituição liquidar suas dívidas. Esta condição inviabiliza a possibilidade de reestruturação do ativo empresarial, ou recuperação judicial, tendo em vista que a empresa não apresenta sustentabilidade econômica. Deste modo, a legislação brasileira permite uma execução coletiva a fim de reter o patrimônio do devedor sob a ótica de liquidação do passivo. De acordo com Araújo e Funchal (2009), é relevante citar que os Institutos da Falência e da Recuperação no Brasil são regulados pela Lei nº 11.101/2005.

De acordo com Ross, Westerfield e Jaffe (2011), a dificuldade financeira pode ser definida como um estado de ineficiência do fluxo de caixa. Para Castro Junior (2003), a

dificuldade financeira pode ser compreendida como um estado de assimetria de informações entre o “contas a pagar” e o “contas a receber”, respectivamente débito e crédito. No entanto, esta condição de “inadimplência” ou de “insolvência do caixa” pode ser reflexo de uma condição pontual a qual pode ser reparada no curto e médio prazo.

De acordo com Horta (2010), os conceitos de insolvência e dificuldade financeira são amplos e se correlacionam, o que, por sua vez, gera um revés na delimitação desses estados. No entanto, as diferentes bibliografias convergem em um mesmo aspecto: quando os conceitos são avaliados sob a ótica do risco de continuidade das empresas, tanto o conceito de insolvência quanto o de dificuldade financeira podem impactar de forma irreversível, se não tratados adequadamente. Em contraste, o estado de falência é caracterizado por uma condição jurídica formalmente decretada, que evidencia a incapacidade da instituição de honrar seus compromissos e obrigações financeiras.

## 2.2 MODELOS DE PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA

Tendo em vista que a bibliografia apresenta uma diversidade de trabalhos publicados frente ao tema desta pesquisa, o presente tópico irá exibir os modelos de previsão de falência de maior relevância, especificamente: Modelo de Fitzpatrick (1932); Modelo Beaver (1966); Modelo de Altman (1968); Modelo de Kanitz (1974); Modelo de Ohlson (1980) e; Modelo de Odom e Sharda (1990).

### 2.2.1 Modelo de Fitzpatrick (1932)

De acordo com Bellovary, Giacomino e Akers (2007), os primeiros estudos relacionados ao tema previsão de falência foram publicados na década de 30, tais como: *Bureau of Business Research* (1930), Ramser e Foster (1931), Fitzpatrick (1932) e Winakor e Smith (1935). No entanto, dentre estes trabalhos, dois ganharam maior destaque, especificamente, *Bureau of Business Research* (1930) e Fitzpatrick (1932).

A pesquisa desenvolvida por *Bureau of Business Research* (1930) foi concebida com o propósito de identificar quais indicadores poderiam ser utilizados para reconhecer um possível estado de vulnerabilidade financeira. Para isso, os pesquisadores avaliaram de forma criteriosa 24 indicadores respectivos a uma amostra de 29 empresas, as quais foram classificadas em dois grupos distintos, especificamente empresas: saudáveis e falidas. Dentre os 24 indicadores analisados, 8 se destacaram de forma significativa, tais como:

- a) (capital de giro) / (ativos totais);
- b) excedente;
- c) (reservas) / (ativo total);
- d) (patrimônio líquido) / (ativo fixo);
- e) (ativo fixo) / (total ativos);
- f) (patrimônio líquido) / (ativos totais);
- g) (vendas) / (ativos totais);
- h) (caixa) / (ativos totais).

O estudo realizado por Fitzpatrick (1932) teve como objetivo identificar quais indicadores poderiam sinalizar um possível processo falimentar empresarial. Sendo assim, o autor avaliou o comportamento de 13 indicadores financeiros, respectivos a uma amostra de 38 companhias dentro de um período de 9 anos, especificamente entre 1920 a 1929. Importante comentar que, as empresas foram classificadas em dois grupos distintos, onde 19 encontravam-se em processo falimentar, enquanto outras 19 encontravam-se saudáveis. Como resultado Fitzpatrick (1932) destacou dois indicadores de forma significativa:

- a) (patrimônio líquido) / (passivo);
- b) (lucro líquido) / (patrimônio líquido).

Um ponto observado por Fitzpatrick (1932) em sua pesquisa, revelou que os indicadores relacionados às dívidas de longo prazo não exercem influência significativa sobre o estado de dificuldade financeira do grupo. Sendo assim, esta condição sugere a exclusão destes indicadores em modelos preditivos.

De acordo com Pereira e Martins (2015), os primeiros trabalhos desenvolvidos frente à previsão de falência não possuíam rigor estatístico, tendo em vista que neste período ainda não existiam ferramentas estatísticas avançadas. Desta forma, as metodologias propostas pelos pesquisadores tinham como base metodológica a análise descritiva e observação. Contudo, é importante ressaltar que os primeiros modelos preditivos desempenharam um papel crucial no avanço científico do tema.

### **2.2.2 Modelo Beaver (1966)**

De acordo com Bellovary, Giacomino e Akers (2007), a discussão em torno do tema previsão de falência evoluiu em termos científicos na década de 60 com o aparecimento de trabalhos que apresentavam um rigor estatístico maior. Em destaque, pode-se citar a pesquisa pioneira desenvolvida por Beaver (1966), o qual fez o uso da Análise Discriminante Univariada

(ADU) como ferramenta preditiva. Cabe salientar que, outros autores exploraram a abordagem sob a perspectiva unifocal, tais como Pinches *et al.* (1975) e Chen e Shimerda (1981).

A segunda guerra mundial acelerou o desenvolvimento de diferentes áreas da ciência, tais como medicina, matemática, estatística, logística e computação. Com a necessidade de resolver problemas militares complexos, muitos modelos matemáticos e estatísticos puderam ser colocados a prova, e, como resultado destas aplicações, foi observado um padrão de assertividade e eficiência notório. Desta forma, diferentes áreas do conhecimento começaram a explorar o uso dos métodos de modelagem matemática e estatísticos para resolver problemas que anteriormente eram tratados por meio da metodologia descritiva ou exploratória (Ignácio, 2010).

O estudo realizado por Beaver (1966) avaliou o comportamento de 30 indicadores financeiros durante o período de 1954 a 1964, com o objetivo de identificar quais índices poderiam sinalizar um possível processo falimentar. Deste modo, foram analisadas 158 empresas, as quais foram classificadas em dois grupos distintos, onde 79 encontravam-se insolventes, enquanto outras 79 encontravam-se saudáveis. Por meio da análise discriminante o autor realizou um teste para cada um dos indicadores, com o intuito de identificar qual destes possuía maior eficiência em prever o fracasso financeiro da amostra. Como resultado, o autor destacou cinco indicadores, sendo:

- a)  $(\text{fluxo de caixa}) / (\text{total de endividamento})$ ;
- b)  $(\text{lucro líquido}) / (\text{ativo total})$ ;
- c)  $(\text{passivo total}) / (\text{ativo total})$ ;
- d)  $(\text{capital de giro}) / (\text{ativo total})$ ;
- e) índice de liquidez corrente;
- f)  $(\text{capital circulante líquido} - \text{estoque}) / (\text{desembolsos operacionais previstos})$ .

Em um segundo estudo, Beaver (1968) explorou um novo conjunto de 14 indicadores. Esta análise destacou o uso da razão  $(\text{fluxo de caixa}) / (\text{passivo total})$ , tendo em vista que esta gerou uma notável eficiência preditiva de 93%. No entanto, o próprio autor sugere o desenvolvimento de trabalhos que contemplem a análise de múltiplos indicadores, pois compreende a limitação frente ao uso da ADU em um problema que envolvem multivariáveis.

### **2.2.3 Modelo de Altman (1968)**

O modelo desenvolvido por Altman (1968), conhecido como Z-score nasceu com a premissa de suprir as deficiências das análises preditivas criadas até 1960. Inicialmente, o autor

avaliou o modelo proposto por Beaver (1966), o qual o qual fez o uso da ADU apenas com indicadores de ordem contábil, o que na visão de Altman (1968) representa uma vulnerabilidade metodológica, tendo em vista que a análise unifocal pode gerar margem para uma interpretação duvidosa, assim o tornando suscetível a um viés. No entanto, esse aspecto foi propriamente apontado por Beaver (1968), que destacou a necessidade de desenvolver modelos que contemplem a análise de múltiplas variáveis. Assim, diante dessa lacuna, Altman (1968) propôs o modelo Z-score, o qual foi construído sobre a base técnica da Análise Discriminante Multivariada (ADM) (Castro Junior, 2003; Horta, 2010).

De acordo com Mateus (2010), Francis Galton (1889) foi um dos primeiros autores a conduzir estudos relacionados à estatística multivariada. Seu trabalho envolveu a construção conceitual do método de correlação e regressão, que tratava de amostras com distribuição normal bivariada. No entanto, ao longo do tempo, a técnica de Análise Discriminante Multivariada (ADM) foi aprimorada à medida que outros pesquisadores se dedicaram ao tema, apresentando estudos relevantes à comunidade científica, tais como:

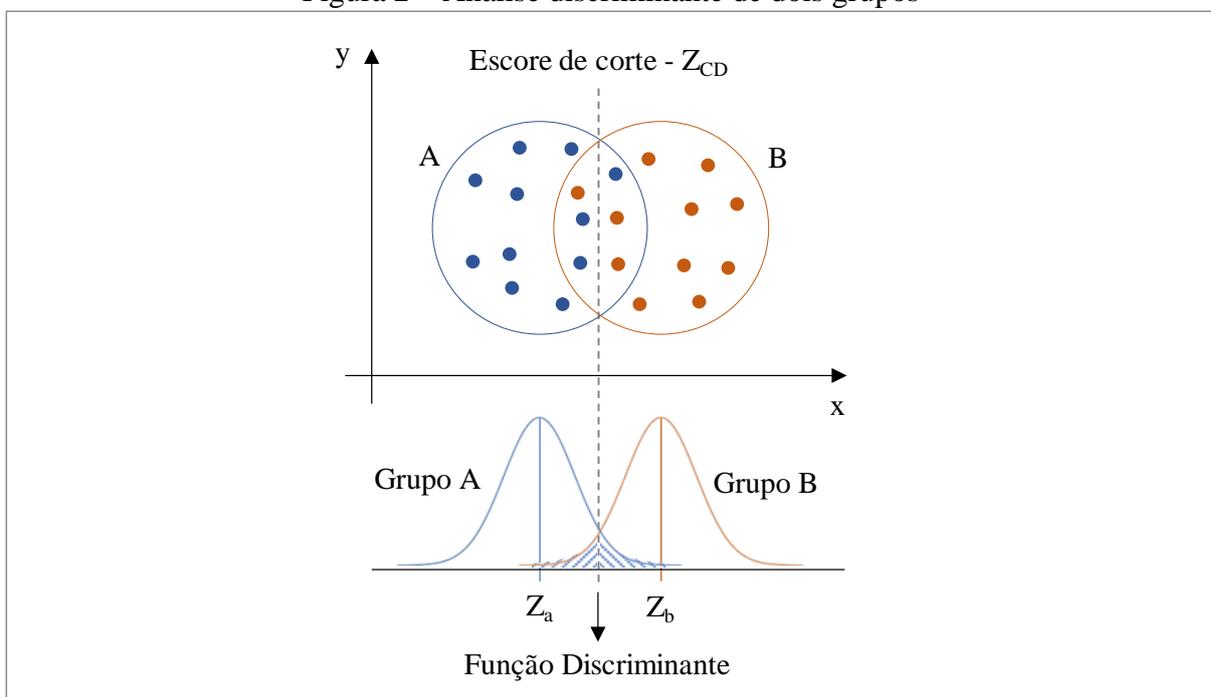
- a) Francis Galton: métodos de estimação da regressão linear;
- b) Karl Pearson: coeficiente de correlação produto-momento;
- c) George Udny Yule: coeficiente de correlação parcial e múltiplo;
- d) Ronald Aylmer Fisher: incorporou métodos geométricos na análise discriminante.

Para Hair *et al.* (2009), a Análise Discriminante Multivariada (ADM) pode ser definida como toda e qualquer técnica estatística que avalia mais de duas variáveis de forma concomitante com o intuito de classificar um elemento em um determinado grupo. A ADM é amplamente utilizada em problemas que envolvem a análise de grupos, os quais a variável dependente é classificada como “não métrica”, mais especificamente, “dicotômica ou multicotômica”. Em suma, a ADM é uma ferramenta estatística a qual possibilita a classificação de um objeto em um determinado grupo. O processo de aplicação da ADM possui cinco etapas distintas, sendo:

- a) organizar as observações em grupos distintos, classificando as variáveis dependentes não métricas e agrupando as variáveis independentes métricas do conjunto de dados;
- b) mensurar as diferenças médias entre os grupos, assim como, identificar o centroide de cada distribuição;
- c) verificar o nível de significância das variáveis independentes, ou o nível de discriminação destas;
- d) definir a função discriminante com base no teste de significância;

e) estruturar amostras aleatórias para teste de eficiência do modelo matemático.

Figura 2 – Análise discriminante de dois grupos



Fonte: adaptado de Hair *et al.* (2009)

A Figura 2 ilustra um problema clássico de ordem discriminante, onde:

- existem dois grupos distintos, sendo Grupo A e Grupo B, cabe salientar que as variáveis dependentes destes são classificadas como variáveis não métricas (Dicotômicas ou Multicotômicas);
- deve-se admitir para este exemplo que, cada conjunto de dados apresenta uma distribuição normal, bem como, centroide Z-score inerente à curva de Gauss;
- o escore de corte  $Z_{CD}$  define o melhor ponto de diferenciação entre os conjuntos;
- por meio do estabelecimento da função discriminante, é possível compreender a qual grupo cada elemento pertence.

Segundo Castro Junior (2003), a função discriminante é obtida por meio da relação linear existente entre duas ou mais variáveis independentes. A Equação (1) exhibe a estrutura da função discriminante:

$$Z_{jk} = a + W_1 \cdot X_{1k} + W_2 \cdot X_{2k} + \dots + W_n \cdot X_{nk} \quad (1)$$

Onde:

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

$a$  = intercepto;

$W_i$  = peso discriminante para variável independente  $i$ , ou coeficiente de discriminação;

$X_{ik}$  = variável independente  $i$  para objeto  $k$ .

O estudo realizado por Altman (1968) avaliou o comportamento de 22 indicadores financeiros durante o período de 1946 a 1965, com objetivo de identificar quais índices poderiam sinalizar um possível processo falimentar. Deste modo, foram analisadas 66 empresas, as quais foram classificadas em dois grupos distintos, onde 33 encontravam-se insolventes, enquanto outras 33 encontravam-se saudáveis. Por meio da ADM proposta por Fisher (1936), o autor identificou quais variáveis possuíam maior nível de significância para compor a função discriminante. Como resultado, o autor destacou cinco indicadores, sendo:

- a) (capital circulante líquido) / (ativo total);
- b) (lucros acumulados) / (ativo total);
- c) (lucro antes de juros e impostos) / (ativo total);
- d) (valor de mercado do patrimônio líquido) / (passivo exigível a valores contábeis);
- e) (vendas) / (ativo total).

Cabe ressaltar que o procedimento estatístico utilizado para a validação da função discriminante baseou-se no teste de significância F. Nesse contexto, Altman (1968) adotou um *alpha* de 0,01 como limiar determinante.

Para Hair *et al.* (2009), a validação das variáveis independentes de uma ADM não pode ocorrer em função  $R^2$ , como tipicamente observado nas técnicas de regressão linear e regressão múltipla. Isso porque a relação entre a variável dependente e as demais variáveis independentes não pode ser descrita de forma linear. Portanto, para identificar o nível de significância das variáveis independentes do modelo, recomenda-se a utilização do Teste “F”. O teste “F” é amplamente utilizado em experimentos com o objetivo de comparar as distintas variâncias entre os grupos, permitindo identificar se há diferenças significativas entre os conjuntos de dados, ou não. Valores de “F” próximos a zero representam baixa capacidade de discriminação, ou seja, baixa diferença significativa, já valores de “F” próximos a 1, apresentam grande capacidade discriminante, ou seja, reforça a hipótese que há uma diferença significativa entre os grupos.

A Equação (2) apresenta a função discriminante obtida por Altman (1968), após a aplicação da ADM:

$$Z = 0,012.X_1 + 0,014.X_2 + 0,033.X_3 + 0,006.X_4 + 0,999.X_5 \quad (2)$$

Onde:

$X_1 = (\text{capital circulante líquido}) / (\text{ativo total});$

$X_2 = (\text{lucros acumulados}) / (\text{ativo total});$

$X_3 = (\text{lucro antes de juros e impostos}) / (\text{ativo total});$

$X_4 = (\text{valor de mercado do patrimônio líquido}) / (\text{passivo exigível a valores contábeis});$

$X_5 = (\text{vendas}) / (\text{ativo total}).$

De acordo com Bellovary, Giacomino e Akers (2007), o modelo Z-score de Altman (1968) classificou a amostra de empresas com 95% de precisão em um ano antes da falência. No entanto, a capacidade preditiva do modelo diminuiu consideravelmente nos anos subsequentes, alcançando 72% em dois anos antes, 48% em três anos, 29% em quatro anos e 36% de precisão em cinco anos antes da falha.

A partir dos resultados obtidos, novos estudos foram realizados por Altman (1968) a fim de verificar a confiabilidade da função discriminante encontrada. Durante este processo, o autor identificou duas zonas críticas de classificação em seu modelo, especificamente:

- a) Z-score de 2,99: zona de corte para determinação de empresas solventes, “valores superiores a 2,99”;
- b) Z-score de 1,81: zona de corte para determinação de empresas insolventes, “valores inferiores a 1,81”.

Entretanto, empresas que dispõem de um Z-score dentro deste intervalo de valores estão sujeitas a erros de classificação, pois encontram-se em uma região nebulosa.

A determinação dos “escores de corte” são fundamentais para a realização da classificação das observações entre dois grupos. De acordo com Hair *et al.* (2009), a mensuração do escore de corte entre duas amostras de tamanhos iguais e distribuição normal corresponde à identificação do valor médio dos centroides destas. A Equação (3) exhibe a relação matemática para identificação do ponto de corte:

$$Z_{CD} = \frac{Z_a + Z_b}{2} \quad (3)$$

Onde:

$Z_{CD}$  = escore de corte crítico;

$Z_a$  = centroide do grupo A;

$Z_b$  = centroide do grupo B.

Contudo, em determinadas situações, não é possível realizar experimentos com tamanhos de amostras iguais. Dessa forma, a definição do escore de corte difere, uma vez que leva em conta o tamanho amostral, conforme exemplificado na Equação (4):

$$Z_{CS} = \frac{N_a \cdot Z_b + N_b \cdot Z_a}{N_a + N_b} \quad (4)$$

Onde:

$Z_{CS}$  = escore de corte crítico;

$N_a$  = número de observações do grupo A;

$N_b$  = número de observações do grupo B.

De acordo com Hair *et al.* (2009), em conjuntos amostrais assimétricos, o escore de corte não se resume à média geométrica dos centroides, mas sim à média ponderada desta relação geométrica entre estes grupos distintos.

Como o perfil das empresas encontravam-se em constante mudança, em 1977 Altman, Haldeman e Narayana (1977) desenvolveram um novo modelo preditivo, o qual foi denominado Modelo Zeta. O estudo realizado pelos autores tinha como objetivo verificar se um novo conjunto amostral poderia fornecer uma função discriminante com maior eficiência preditiva para períodos maiores que um ano antes da falha.

De acordo com Castro Junior (2003), o modelo avaliou o comportamento de 27 indicadores financeiros dentro de dois grupos, onde 53 empresas encontravam-se em processo falimentar e outras 58 empresas encontravam-se saudáveis. Como resultado o autor destacou sete indicadores de forma significativa:

- a) (indicador de retorno) / (ativo);
- b) indicador de estabilidade das receitas;
- c) serviço da dívida;
- d) lucratividade acumulada;
- e) liquidez;
- f) capitalização;
- g) tamanho.

Por fim, o modelo Zeta apresentou um índice de assertividade de 90% para um ano antes da falência, o que significa uma piora de desempenho com relação ao modelo Z-score, que alcançou 95%. No entanto, para cinco anos antes da insolvência, o modelo Zeta obteve uma

melhoria significativa, com um índice de assertividade de 70%, em comparação ao modelo Z-score que alcançou 36%.

#### 2.2.4 Modelo de Kanitz (1974)

De acordo com Rezende, Farias e Oliveira (2013), em 1970 Stephen Charles Kanitz preconizou um dos primeiros estudos relacionados à mensuração do risco de insolvência de empresas brasileiras. O estudo realizado por Kanitz (1974) teve como objetivo analisar demonstrações contábeis, sob a perspectiva de indicadores financeiros, especificamente Índices de Liquidez. Para isso, o autor avaliou 5.000 demonstrativos, a partir do uso de técnicas de regressão múltipla e análise discriminante. Após profunda análise do conjunto amostral, Kanitz (1974) desenvolveu o chamado "termômetro de insolvência", que faz uso da função discriminante denominada Fator de Insolvência, apresentada na Equação (5):

$$Z = 0,05.X_1 + 1,65.X_2 + 3,55.X_3 + 1,06.X_4 + 0,33.X_5 \quad (5)$$

Onde:

$X_1$  = (lucro líquido) / (patrimônio líquido);

$X_2$  = (ativo circulante + ativo não circulante) / (exigível total);

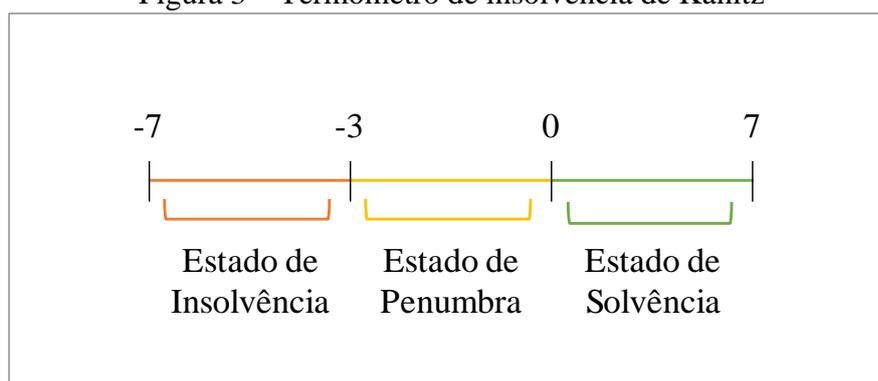
$X_3$  = (ativo circulante – estoques) / (passivo circulante);

$X_4$  = (ativo circulante) / (passivo circulante);

$X_5$  = (exigível total) / (patrimônio líquido).

A metodologia desenvolvida por Kanitz (1978) permite identificar e classificar as empresas em uma escala de solvência, penumbra e insolvência. A Figura 3 exibe o “termômetro de Kanitz” com as suas devidas regiões de classificação.

Figura 3 – Termômetro de insolvência de Kanitz



Fonte: adaptado de Kanitz (1978)

De acordo com a escala disposta na Figura 3, se o resultado obtido na função discriminante estiver entre -7 e -3, a empresa será classificada como “Insolvente”, correndo grave risco de falência. Se o valor encontrado variar entre -3 e 0, a empresa se encontra em uma situação denominada de “Penumbra”. Nessa situação, a empresa necessita “ficar em estado de alerta”. Por fim, se o resultado encontrado estiver entre 0 e 7, a organização será categorizada como “Solvência”, ou seja, a operação financeira encontra-se saudável.

Para Kanitz (1978), o modelo proposto tem maior capacidade preditiva com relação aos demais, tendo em vista que a sua estrutura é composta por índices de liquidez, enquanto, modelos clássicos utilizam o ativo total, assim como Z-score de Altman.

De acordo com Kanitz (2017), o artigo publicado em 1974 revela muito mais do que uma abordagem pioneira para análise de crédito no Brasil, ele expõe o nível de maturidade empresarial inculcada nas organizações brasileiras. A introdução ao conceito de *credit scoring* no país trouxe avanços significativos, mas também evidenciou um comportamento gerencial ávido por fórmulas prontas, muitas vezes aplicadas de maneira inadequada. Esta postura se torna nítida, tendo em vista que o autor deixa explícito que o modelo publicado corresponde a uma versão simplificada, limitada a empresas do setor industrial. Ainda assim, o modelo foi amplamente utilizado sem a devida análise crítica, ilustrando uma resistência cultural à personalização e ao questionamento de teorias administrativas, sejam elas nacionais ou estrangeiras. Essa postura gerou falhas significativas, como a aplicação indiscriminada do método em contextos para os quais ele não era adequado.

### **2.2.5 Modelo de Ohlson (1980)**

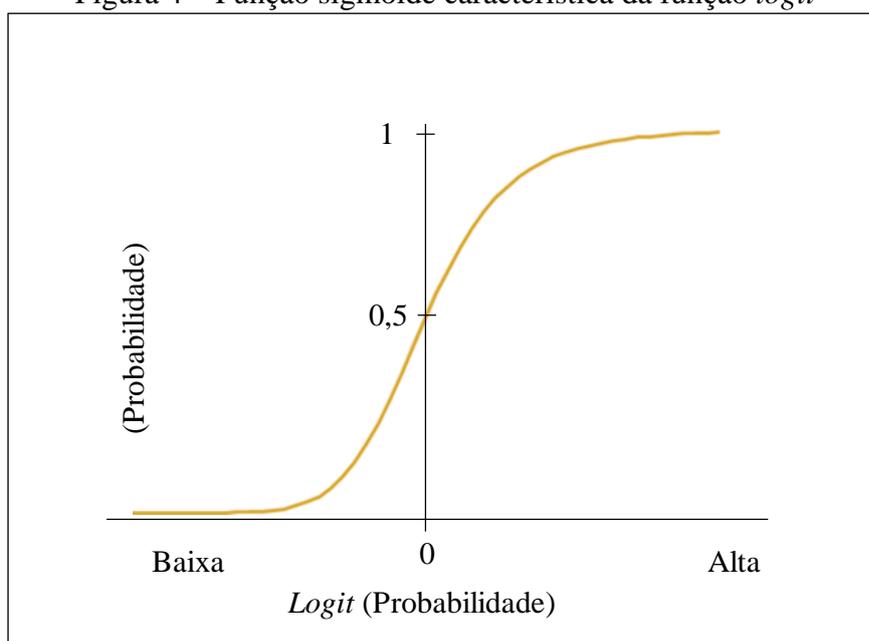
O estudo realizado por Ohlson (1980) possui grande relevância acadêmica, pois apresenta a primeira aplicação prática da técnica de Regressão Logística (RL) frente à predição de insolvência na literatura. A pesquisa avaliou o comportamento de 11 indicadores financeiros durante o período de 1970 a 1976, com objetivo de identificar quais índices poderiam sinalizar um possível processo falimentar. Deste modo, foram analisadas 2163 empresas, as quais foram classificadas em dois grupos distintos, onde 105 encontravam-se em processo falimentar, enquanto outras 2058 encontravam-se saudáveis. Como resultado o autor destacou nove indicadores de forma significativa:

- a) tamanho da empresa, definido como indicador *SIZE*;
- b) (total do passivo / total do ativo), definido como indicador TLTA;
- c) (capital de giro) / (ativo total), definido como indicador WCTA;

- d) (passivo circulante) / (ativo circulante), definido como indicador CLCA;
- e) condicional: se o (passivo total) exceder o (ativo total), a variável assume 1, caso contrário assume 0, definido como indicador OENEG;
- f) (lucro líquido) / (total do ativo), definido como indicador NITA;
- g) (recursos provenientes das operações) / (total de passivos), definido como indicador FUTL;
- h) condicional: se o (lucro líquido) for negativo nos dois últimos ano, a variável assume 1, caso contrário assume 0, definido como INTWO;
- i)  $(NI_t - NI_{t-1}) / (|NI_t| + |NI_{t-1}|)$ , onde  $NI_t$  corresponde ao (lucro líquido) do período mais recente. Importante explicar que a variável tem como objetivo medir a variação do (lucro líquido), definido como o indicador CHIN.

Segundo Hair *et al.* (2009), a Regressão Logística (RL), ou *logit* é uma técnica classificatória probabilística que pode utilizar dados normalizados, métricos e não métricos para sua construção, em outras palavras, a RL corresponde a uma fusão das técnicas de Regressão Múltipla (RM) e ADM. No entanto, a diferença entre a técnica *logit* e a RM está na natureza da variável dependente, sendo que para o primeiro método pode-se utilizar variáveis de ordem não métrica, enquanto no segundo se faz necessário o uso de variáveis de natureza métrica para sua resolução. Com relação às técnicas de ADM, o método *logit*, não necessita o uso de variáveis normalizadas, pois sua função corresponde a uma curva sigmoide, a qual varia entre 0 e 1, conforme exposto a Figura 4.

Figura 4 – Função sigmoide característica da função *logit*



Fonte: adaptado de Hair *et al.* (2009)

De acordo com Horta (2010), a RL corresponde a uma função probabilística, conforme apresentado na Equação (6).

$$P_i = F(Z_i) = F(\alpha + \beta X_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}} \quad (6)$$

Onde:

$P_i$  = probabilidade;

$X_i$  = variável independente;

$\alpha$  = intercepto;

$\beta$  = coeficiente da variável independente  $X_i$ .

O processo de mensuração dos coeficientes das variáveis independentes é realizado por meio do método da máxima verossimilhança, devido à natureza não linear desta transformação. A Equação (7) exhibe esta relação, (Hair *et al.*, 2009).

$$\text{Logit}_i = \ln\left(\frac{\text{prob}_i}{1 - \text{prob}_i}\right) = \alpha + \beta_1 \cdot X_1 + \dots + \beta_n \cdot X_n \quad (7)$$

Onde:

$\text{prob}_i$  = probabilidade de um indivíduo;

$\alpha$  = intercepto;

$\beta$  = coeficiente da variável independente  $X_i$ .

Em termos de procedimentos estatísticos para avaliação do nível de significância das variáveis independentes, a RL se utiliza de métodos específicos. Segundo Hair *et al.* (2009), o teste utilizado para identificação do nível de significância das variáveis do modelo na *logit* se dá pela estatística Wald. O teste Wald é muito semelhante aos testes de significância “F” e “t”, tendo em vista que estes verificam a capacidade de uma variável afetar as probabilidades previstas, no entanto, o teste Wald utiliza uma distribuição do tipo chi-quadrado.

De acordo com Corrar *et al.* (2009), o teste Wald tem como objetivo avaliar o grau de significância de cada coeficiente na equação preditiva, com base na hipótese nula que verifica se a influência da variável é significativamente diferente de zero. A Equação (8) exhibe como esta estatística pode ser calculada:

$$W_{calc} = \frac{\beta}{S(\beta)} \quad (8)$$

Onde:

$\beta$  = estimativa do coeficiente de uma variável independente;

$S(\beta)$  = erro padrão.

Contudo o erro padrão é calculado com base na Equação (9).

$$S^2(\beta) = - [E(\mathfrak{J}(\beta))]^{-1} \quad (9)$$

Onde:

$\mathfrak{J}$  = matriz de informação de Fisher.

O p-valor é definido como  $P(|Z| > |W_{calc}|)$ , sendo que  $Z$  corresponde à variável aleatória da distribuição normal padrão.

Para Ohlson (1980), a RL proporciona uma interpretação probabilística do risco, diferente das funções discriminantes lineares as quais utilizam uma abordagem pouco intuitiva dada pelo Z-score.

### 2.2.6 Modelo de Odom e Sharda (1990)

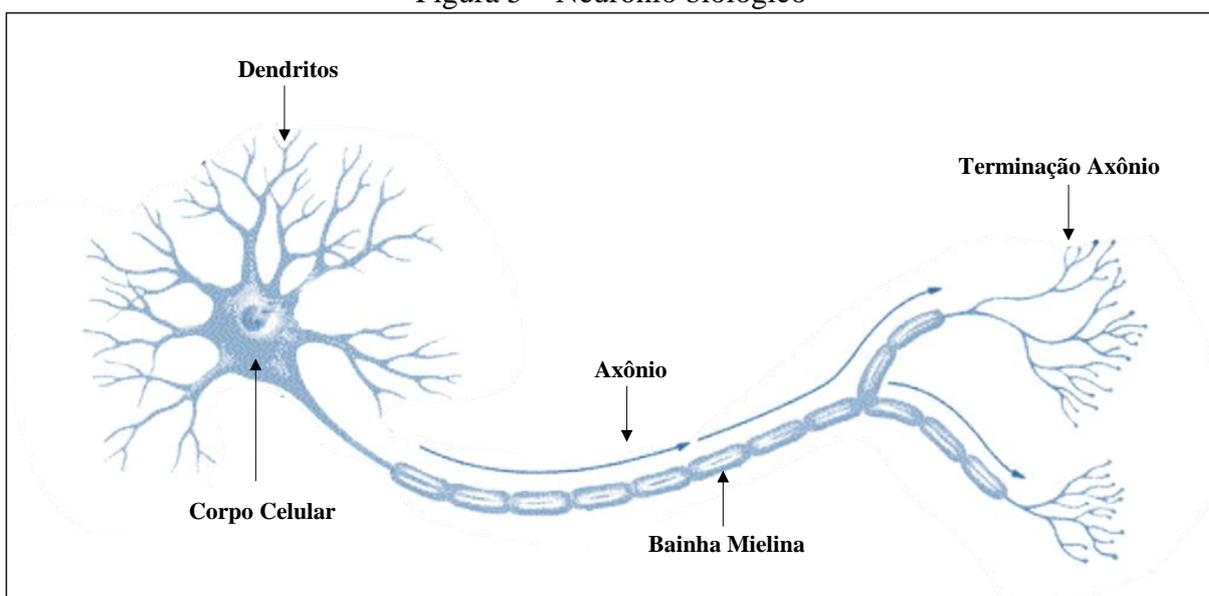
Os primeiros estudos dedicados à aplicação da técnica de RNA em problemas de previsão de falência surgiram durante o ano de 1990. Dentre estas pesquisas, destacam-se os trabalhos de Odom e Sharda (1990), Tam e Kiang (1992), Wilson e Sharda (1994), Altman, Marco e Varetto (1994), Poddig (1995) e Almeida e Dumontier (1996).

O estudo realizado por Odom e Sharda (1990) teve como objetivo, avaliar a eficiência de um modelo preditivo construído a partir da técnica de RNA, tendo como referência a pesquisa desenvolvida por Altman (1968). Sendo assim, os mesmos dados disponíveis no trabalho original de Altman (1968) foram utilizados. O modelo construído possuía uma estrutura *perceptron* em três camadas, composta por: uma camada de entrada com cinco neurônios; uma camada intermediária com cinco neurônios e; uma camada de saída com apenas um neurônio. Cabe salientar que as variáveis do modelo construído por Odom e Sharda (1990) correspondem às mesmas variáveis validadas pelo método ADM de Altman (1968). No entanto, a estratégia de treinamento da rede foi realizada por meio do uso do algoritmo *backpropagation*, o que demandou 191.400 iterações e um tempo aproximado de 24 horas para convergir. Ao fim do processo, a rede conseguiu classificar com 100% de precisão o grupo amostral de empresas, condição a qual reforça a eficiência da técnica de RNA aplicada a problemas de previsão de falência.

As Redes Neurais Artificiais (RNA), podem ser definidas como um conjunto de técnicas matemáticas, as quais visam reproduzir o raciocínio humano frente a problemas complexos. A origem desta técnica se deve ao estudo publicado no *Bulletin of Mathematical Biophysics* com o título: *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity* o qual foi elaborado por McCulloch e Pitts (1943), respectivamente neurofisiologista e matemático. Importante comentar que o referido estudo teve um forte impacto na comunidade científica, tendo em vista que a sistematização da fisiologia de um neurônio orgânico possibilitou o desenvolvimento de técnicas matemáticas de simulação, que artificialmente reproduziam o processo lógico humano (Oliveira, 2019).

De acordo com Haykin (2001), a compreensão da fisiologia de um neurônio biológico, bem como, os elementos de ativação deste, torna possível a sistematização matemática deste fenômeno. A Figura 5 exhibe um neurônio biológico o qual é composto por dendritos, um corpo celular, o axônio e as ramificações ou terminações do axônio.

Figura 5 – Neurônio biológico



Fonte: adaptado de Freitas *et al.* (2011)

Com base na estrutura biológica de um neurônio apresentada na Figura 5, a seguir serão detalhadas as funcionalidades de cada um dos seus elementos:

- a) dendritos: podem ser definidos como os receptores sinápticos do neurônio;
- b) axônio: corresponde ao sistema responsável por transmitir o impulso gerado pelo corpo celular;

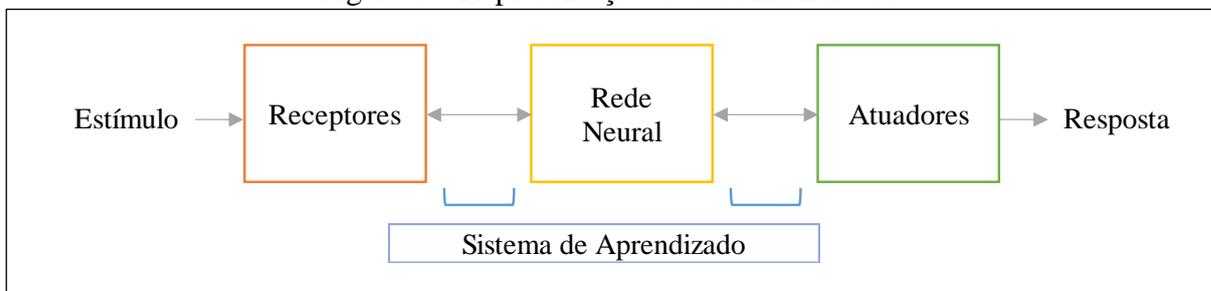
- c) corpo celular: pode ser definido como a unidade de tratamento ou processamento de dados de entrada;
- d) bainha de mielina: este elemento tem duas funções básicas, primeiramente a bainha deve proteger o axônio, garantindo que a informação transite entre do corpo celular e a calda do axônio, além disso, a bainha de mielina tem o compromisso de acelerar o processo de envio do impulso nervoso.

O córtex humano possui uma impressionante rede neural, composta por aproximadamente 10 bilhões de neurônios, condição a qual permite o processamento de dados na ordem de 60 trilhões de sinapses (Shepherd; Koch, 1990). De acordo com Faceli *et al.* (2021), a sinapse ocorre quando um axônio estabelece uma conexão aos dendritos de outro neurônio.

Para Arbib (1987), o processamento de dados pelo cérebro pode ser dividido em três blocos, sendo:

- a) receptor: região onde os estímulos e informações são recebidas;
- b) rede neural: centro da atividade cerebral, região a qual são tratadas todas as informações e onde ocorre as tomadas de decisão;
- c) atuador: região a qual são enviadas as respostas.

Figura 6 – Representação do sistema nervoso

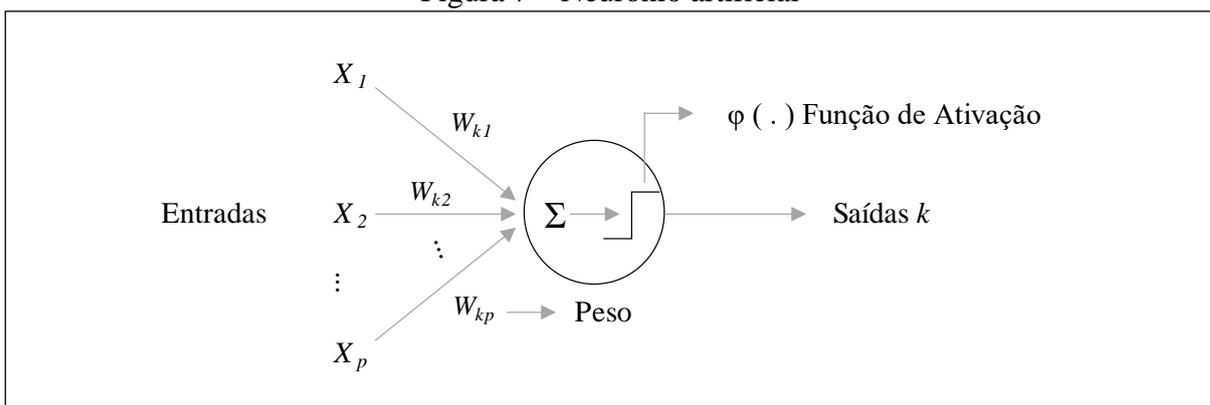


Fonte: adaptado de Haykin (2001)

A Figura 6 exibe de forma sistêmica o sistema nervoso, onde é possível identificar uma interconexão de via dupla, entre receptores, rede neural e atuadores. Este sistema de *feedback* entre blocos corresponde ao sistema de aprendizado humano.

O primeiro neurônio artificial foi desenvolvido por McCulloch e Pitts (1943), baseando-se na combinação da lógica booleana com a fisiologia de um neurônio biológico. É relevante destacar que o esboço proposto pelos autores era composto por apenas uma camada. A Figura 7 exibe tal arquitetura.

Figura 7 – Neurônio artificial



Fonte: adaptado de McCulloch e Pitts (1943)

Os símbolos expostos na Figura 7 correspondem aos seguintes significados:

- $X_1, X_2 \dots X_p$ : correspondem às variáveis de entrada;
- $W_{k1}, W_{k2} \dots W_{kp}$ : correspondem aos pesos de cada variável de entrada;
- $\Sigma$ : corresponde à função soma da rede;
- $\varphi$ : corresponde à função de ativação.

De acordo com Haykin (2001), os pesos são vetores de importância sináptica  $W_{kp}$ , onde, cada sinal de entrada  $X_p$  está conectado a um neurônio  $k$ , o qual é potencializado de acordo com a força neural gerada pelo processo de aprendizado matemático da RNA. O processo matemático pode ser representado pelo somatório dos valores de entrada multiplicado pelo peso sináptico, gerando como resultado a função soma  $U_k$ , conforme apresentado na Equação (10), (Orlandi, 1997).

$$U_k = W_{k1} \cdot X_1 + \dots + W_{kp} \cdot X_p, \text{ ou, } U_k = \sum_{j=1}^p W_{kj} \cdot X_j \quad (10)$$

No entanto, o sinal de saída de um neurônio artificial depende da função de ativação, o qual tradicionalmente corresponde a um valor pertencente ao intervalo  $[0, 1]$ , ou  $[-1, 1]$ . A Equação (11) exhibe a composição matemática da saída  $Y_k$ .

$$Y_k = \varphi [U_k + b_k] \quad (11)$$

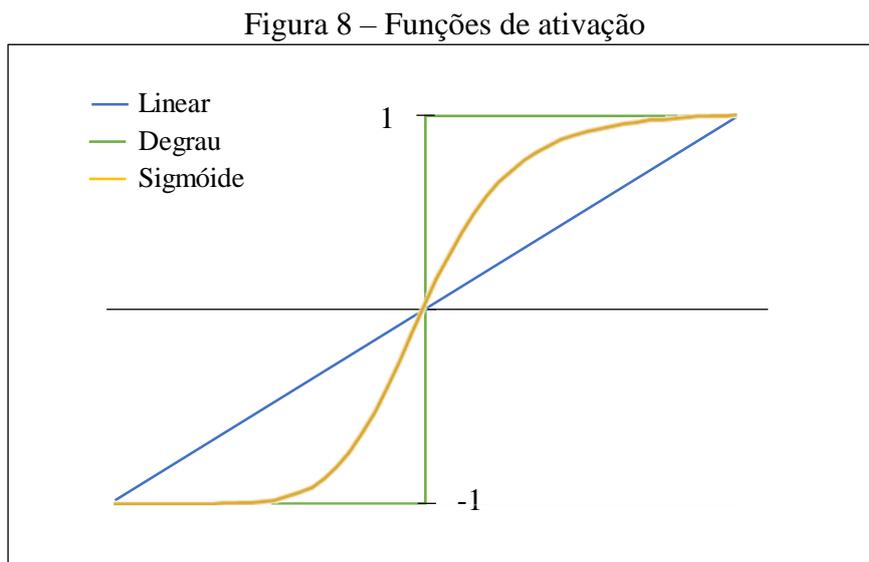
Onde:

$b_k$ : correspondem ao bias.

De acordo com Orlandi (1997) e Haykin (2001), as funções de ativação mais utilizadas em redes neurais artificiais correspondem a:

- a) função linear;
- b) função degrau, ou, “*Heaviside*”;
- c) função sigmoide ou, função logística.

A Figura 8 exibe as diferentes funções de ativação citadas anteriormente.



Fonte: adaptado de Sharma (2020)

De acordo com Orlandi (1997), os paradigmas de aprendizado referem-se a abordagens ou modelos teóricos que fundamentam a forma como algoritmos de aprendizado de máquina são projetados e treinados para aprender. Cada paradigma de aprendizado representa uma perspectiva diferente sobre como os algoritmos devem extrair padrões e informações dos dados disponíveis. Existem três paradigmas de aprendizado distintos, são eles:

- a) paradigma de aprendizado supervisionado: consiste em auxiliar a rede neural com base na resposta ótima, permitindo que o sistema realize iterações que maximizem o resultado do modelo a partir do uso de um conjunto de dados rotulados. Este paradigma permite aprender a relação entre as entradas e as saídas para que, quando novos dados forem apresentados, possa fazer previsões precisas.
- b) paradigma de aprendizado não supervisionado: consiste na resposta de auto-organização da rede neural, pois não possui um conjunto de dados rotulados para ser inferido, assim, o sistema atua de forma iterativa até identificar uma redundância na rede. O algoritmo deve identificar regularidades ou agrupamentos que possam revelar informações importantes e úteis sobre os dados.

- c) paradigma de aprendizado por reforço: consiste em um método de aprendizado com base no reforço heurístico dos sinais, sendo que este produz um aprendizado atrasado, pois inicialmente a rede realiza a operação para ser julgada posteriormente por meio de inferências, e, assim, o fluxo gera o aprendizado da rede. Em resumo, o objetivo é que o algoritmo aprenda a tomar decisões que maximizem as recompensas a longo prazo.

De acordo com Faceli *et al.* (2021), o processo de treinamento de uma rede neural corresponde a um método iterativo, o qual visa obter uma melhor resposta de saída a partir do ajuste dos pesos sinápticos. Para Orlandi (1997), o princípio fundamental dos algoritmos de aprendizado é a minimização dos erros.

Segundo Faceli *et al.* (2021), existem quatro tipos de algoritmos de aprendizado, são eles:

- a) correção por erro: tem como objetivo reduzir os erros gerados pela rede com base nos ajustes dos pesos sinápticos. Este algoritmo é tradicionalmente utilizado em paradigma de aprendizado supervisionado;
- b) competitivo: visam estabelecer os pesos sinápticos com base na competição entre os neurônios, destacando aqueles que possuem maior significância dentro da rede. Este algoritmo é tradicionalmente utilizado no paradigma de aprendizado não supervisionado;
- c) hebbiano: este algoritmo tem como premissa o conceito de Hebb, o qual cita a condição de que, se dois neurônios estão simultaneamente ativos, a força sináptica deve ser elevada, no entanto, se os dois neurônios forem ativados de forma assíncrona, as forças sinápticas devem ser atenuadas. Este algoritmo é tradicionalmente utilizado em paradigma de aprendizado não supervisionado;
- d) boltzmann: oriundo das leis fundamentais da termodinâmica, este algoritmo visa alcançar o "equilíbrio térmico" da rede por meio de um sorteio aleatório de forças, denominadas "pseudotemperaturas", em sínteses, este procedimento objetiva minimizar o erro da rede. Este algoritmo é tradicionalmente utilizado em paradigma de aprendizado não supervisionado.

Com o intuito de complementar a revisão frente ao tema treinamento, aqui se faz necessário apresentar o algoritmo *back-propagation*, o qual ganhou destaque científico, tendo em vista que este dispõe de uma solução matemática de aprendizado em redes multicamadas, que faz uso do método gradiente descendente. Em resumo, o algoritmo visa identificar de forma iterativa as diferenças entre as “saídas geradas” e as “saídas ótimas”, a fim de realizar ajustes

nos pesos sinápticos, o que possibilita a minimização dos erros de resposta do modelo (Faceli *et al.*, 2021). A Equação (12) exibe de forma matemática o algoritmo *back-propagation*.

$$w^{jl}(t + 1) = w^{jl}(t) + \eta x^j \delta^l \quad (12)$$

Onde:

$w^{jl}$ : representa o peso entre um neurônio;

$\delta^l$ : representa o erro associado ao neurônio;

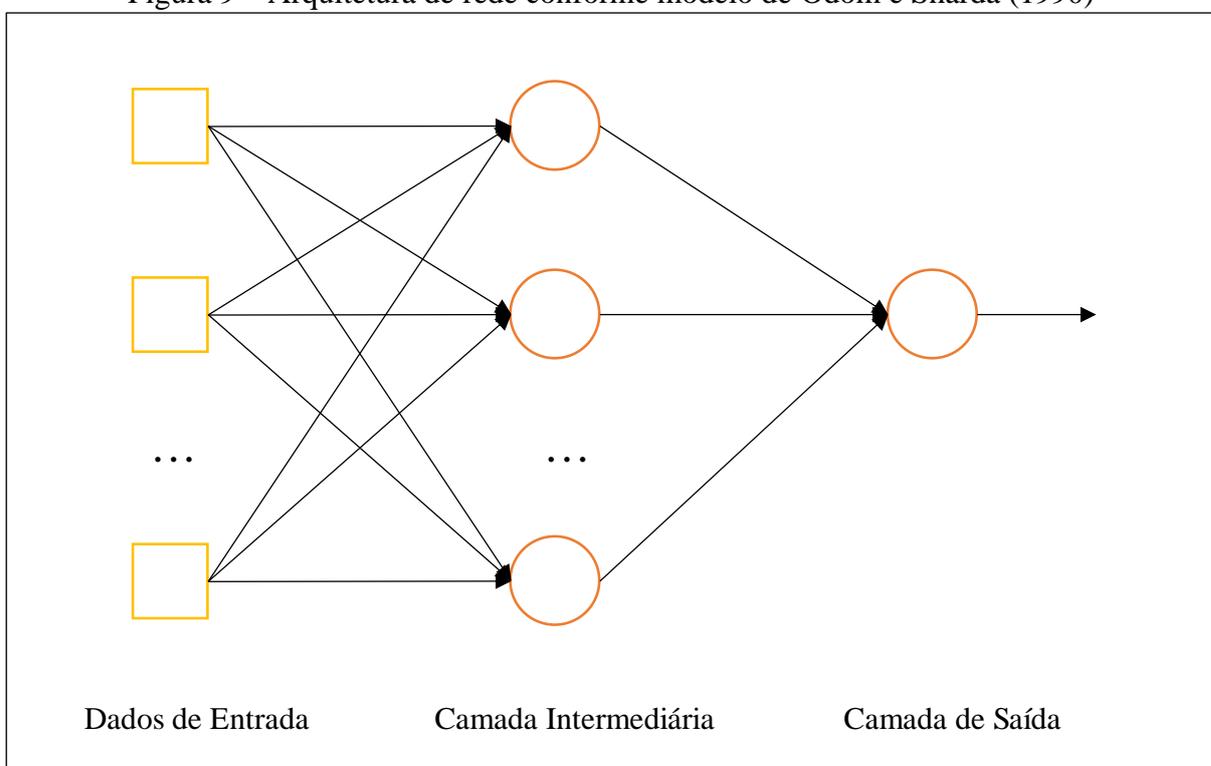
$\eta$ : taxa de aprendizado;

$x^j$ : representa a entrada recebida por esse neurônio.

De acordo com Nielsen (2015), o algoritmo *back-propagation* desempenha de forma eficiente o cálculo das derivadas parciais do modelo, assim identificando os erros associados às mensurações dos pesos da rede.

Retornando ao foco desta seção, de acordo com Castro Junior (2003), a arquitetura do modelo de RNA desenvolvido por Odom e Sharda (1990) correspondia ao tipo *feed-forward* em três camadas, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Arquitetura de rede conforme modelo de Odom e Sharda (1990)



Fonte: adaptado de Castro Junior (2003)

Para Faceli *et al.* (2021), a arquitetura da rede neural depende de uma série de itens, entre eles:

- a) quantidade de neurônios;
- b) camadas intermediárias;
- c) função de transferência;
- d) distribuição estatística de dados de treinamento.

De acordo com Haykin (2001), existem três classes fundamentais de arquitetura de redes neurais, são elas:

- a) redes de camada única: este modelo de arquitetura possui apenas uma camada para tratamento de dados;
- b) redes com múltiplas camadas: este modelo de arquitetura se distingue do anterior, pois possui camadas intermediárias, o que configura um modelo de maior complexidade;
- c) redes recorrentes: este modelo de arquitetura conta com um modelo de auto realimentação, o que ocasiona um atraso no sistema de aprendizado.

## 2.3 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Nesta seção, será apresentada uma breve conceituação frente ao tema Sistema Especialista (SE), assim como, será exposta a estrutura de aquisição e representação do conhecimento.

### 2.3.1 Sistemas especialistas

Segundo Durkin (1996), os primeiros desenvolvimentos de Sistemas Especialistas (SE) ocorreram na década de 50, motivados pelos jogos de xadrez. No entanto, em 1960, a NASA solicitou o desenvolvimento de um algoritmo especialista que pudesse realizar análise de espectrofotometria do solo de Marte. Esse projeto, denominado DENDRAL, conferiu relevância científica ao tema e impulsionou pesquisas e aplicações em distintas áreas.

De acordo com Franco (2017), os SE correspondem a uma área da Inteligência Artificial (IA) respectivos a Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). Os SBC têm como premissa básica compreender o processo de tomada de decisão humana, a fim de utilizá-lo de forma estruturada frente a problemas complexos, como exemplo pode-se citar: diagnósticos médicos, controle de tráfego e automação industrial. Para Alves *et al.* (2020), os SE não visam

substituir o processo analítico humano, ao contrário, os SE são projetados com o objetivo de subsidiar o processo de tomada de decisão, fornecendo relatórios e análises estruturadas a partir de parâmetros conhecidos.

Segundo Baltzan e Phillips (2012), os Sistemas Especialistas (SE) podem ser definidos como algoritmos inteligentes, os quais são desenvolvidos por meio da colaboração de profissionais especializados ou grupos de especialistas. Estes sistemas especializados são projetados para capturar o conhecimento e a experiência dos especialistas, permitindo que suas decisões e raciocínios possam ser automatizadas e aplicadas, consistentemente, em situações diversas. A intenção desta metodologia é diminuir as falhas no processo de análise e consequentemente reduzir os custos relacionados à mão de obra especializada.

De acordo com Alves *et al.* (2020), os SE podem ser construídos com diferentes finalidades, entre suas classificações estão:

- a) interpretação: foco na identificação de dados e padrões;
- b) diagnósticos: direcionado à interpretação de falhas e anomalias;
- c) monitoramento: dedicado à verificação de padrões e comportamentos de dados;
- d) predição: construído sob a ótica de desenvolver cenários futuros;
- e) planejamento: arquitetura dedicada ao direcionamento de ações;
- f) projeto: foco no gerenciamento das atividades;
- g) depuração: em consequência de diagnósticos realizados, estes sistemas executam a exclusão e tratamento de dados *missings* ou *outliers*;
- h) reparo: em consequência de diagnósticos realizados, estes sistemas executam correções e classificações matemáticas;
- i) instrução: sistemas desenvolvidos com foco no aprendizado;
- j) controle: correspondem a algoritmos que gerenciam outros sistemas, determinando ações com base no macroprocesso.

De acordo com Franco (2017), os SE são construídos por meio de “sistemas baseados em regras”, ou seja, condições e ações. Sua estrutura possui quatro elementos fundamentais, tais como:

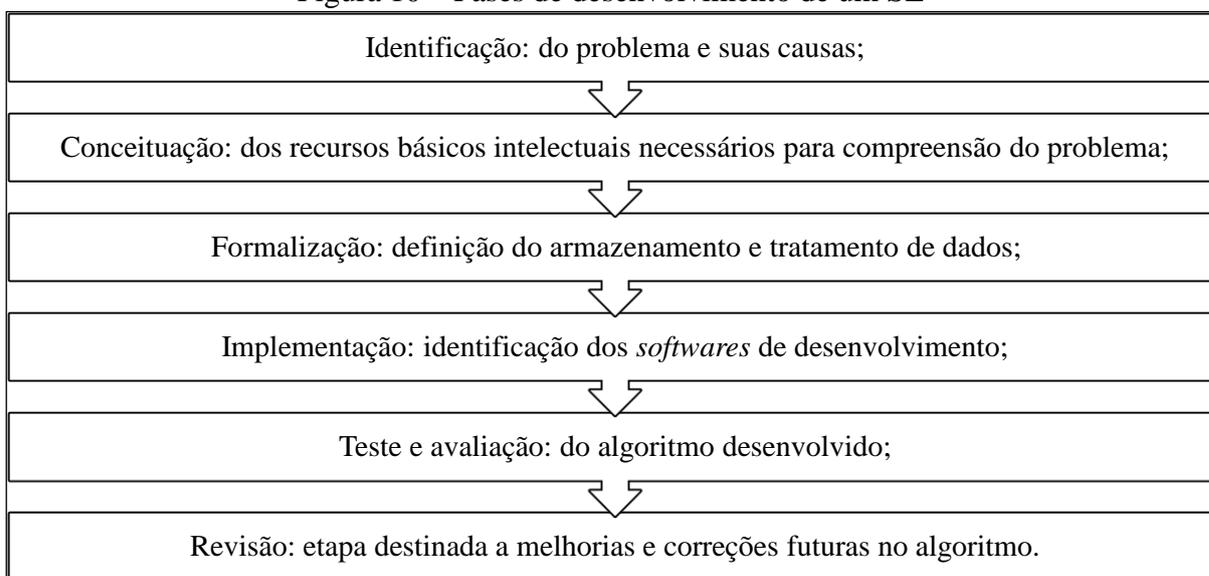
- a) base de conhecimento: corresponde ao armazenamento do capital intelectual, oriundo do conhecimento humano produzido (livros, artigos, teses, dissertações e *know-how*), o qual deverá ser estruturado em linguagem de programação compatível a módulo de inferências;
- b) memória de trabalho: é responsável por armazenar os dados de um problema específico no sistema especialista;

- c) módulo de inferências: faz a interpretação dos dados inseridos no sistema, e a partir destes, inferências são realizadas com base no algoritmo construído, simulando o raciocínio humano sobre o problema;
- d) interface para análise de dados: consiste em apresentar as conclusões geradas, bem como, permitir a interação com o usuário.

### 2.3.2 Aquisição do conhecimento

De acordo com Coppin (2010), a “Engenharia do Conhecimento” é um processo intrínseco ao desenvolvimento de SE. Esta metodologia tem por finalidade extrair o capital intelectual de profissionais especializados, os quais devem possuir competência e *know-how* para solucionar problemas de natureza complexa e específica. Segundo Alves, Lacerda e Silva (2020), o desenvolvimento de um SE contempla seis etapas distintas. A Figura 10 apresenta as fases de construção deste sistema.

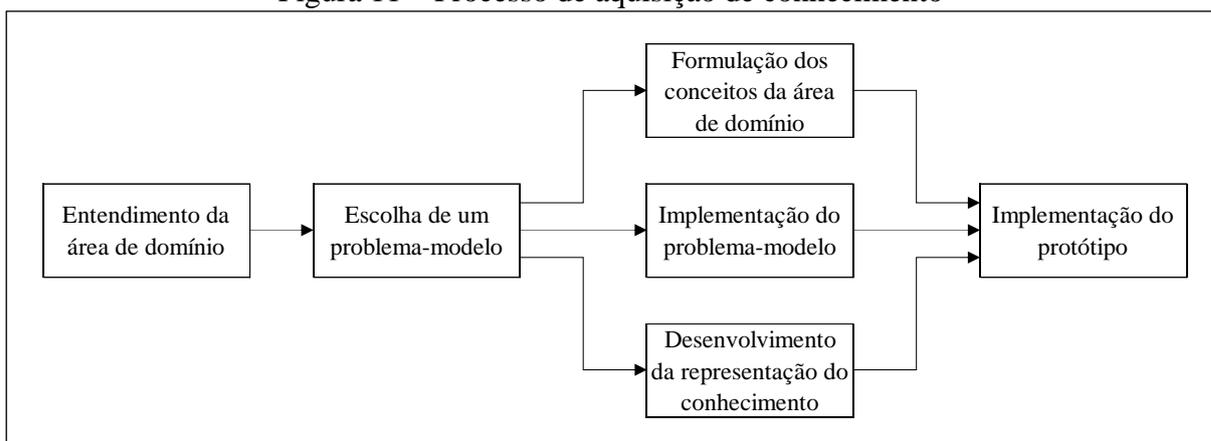
Figura 10 – Fases de desenvolvimento de um SE



Fonte: adaptado de Alves *et al.* (2020)

Para Goldschmidt (2010), o processo de aquisição do conhecimento se dá em seis momentos distintos, conforme exposto na Figura 11.

Figura 11 – Processo de aquisição de conhecimento



Fonte: adaptado de Goldschmidt (2010)

De acordo com Alves *et al.* (2020), a aquisição do conhecimento pode ocorrer de diferentes formas, tais como:

- a) baseada em descrição ou imersão na literatura;
- b) baseada em entrevistas:
  - a. entrevistas não estruturadas;
  - b. entrevistas estruturadas;
- c) baseadas em acompanhamento;
- d) técnicas semiautomáticas;
- e) técnicas automáticas.

Em síntese, a aquisição de conhecimento é uma etapa fundamental no processo de desenvolvimento de soluções inteligentes. No entanto, ela é uma fase desafiadora, pois exige a estreita colaboração entre especialistas e desenvolvedores para elaboração de um SE eficiente.

### 2.3.3 Representação do conhecimento

Para Alves *et al.* (2020), a representação do conhecimento em sistemas especialistas pode ser definida como a estruturação de um mecanismo tangível de suporte, o qual pode ser construído por meio de:

- a) regras;
- b) *frames*;
- c) redes semânticas;
- d) lógica;
- e) tríade objeto/atributo/valor.

De acordo com Modro (2000), os SE dedicados às áreas financeiras, tradicionalmente utilizam a representação do conhecimento baseada em regras como mecanismo de inteligência. A título de exemplo, podem ser mencionadas as seguintes estruturas empregadas na formulação das regras:

- a) SE: regra condicional, avalia condição a qual deve ser satisfeita;
- b) ENTÃO: regra de execução para condição satisfeita;
- c) SENÃO: regra de execução para condição não satisfeita;
- d) DESCONHECIDO: ativada quando a parte SE não pode ser avaliada;
- e) E: conectivo lógico seriado;
- f) OU: conectivo lógico paralelo.

O desenvolvimento de SE a partir do uso de regras gera vantagens específicas, tais como:

- a) são de fácil compreensão;
- b) possuem uma estrutura flexível, permitindo modificações e melhorias;
- c) possibilitam a combinação de incertezas e operadores numéricos.

Contudo, é importante destacar algumas desvantagens associadas aos SE baseados em regras. Por exemplo:

- a) necessitam adaptações na medida que a base do conhecimento se altera;
- b) deficiências na identificação de problemas para os quais não foram previamente programados.

Portanto, é fundamental considerar cuidadosamente os aspectos citados antes de optar pelo desenvolvimento de um SE a partir do uso de regras.

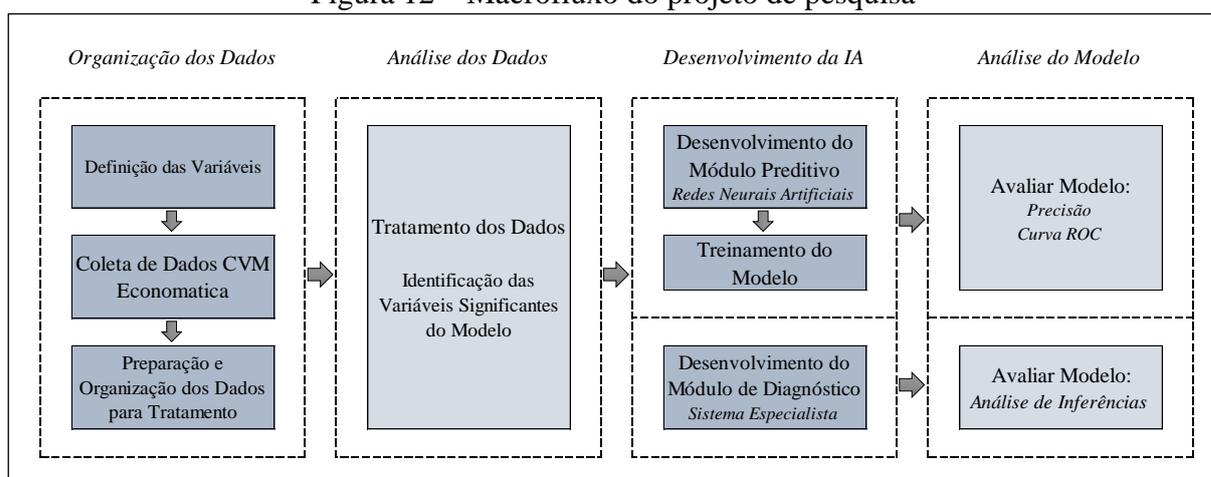
### 3 MÉTODO

Neste capítulo são detalhados os procedimentos metodológicos adotados para a condução da pesquisa, com o objetivo de garantir rigor científico e a obtenção de resultados confiáveis. São descritas as etapas fundamentais que orientaram o desenvolvimento do estudo, abrangendo desde a seleção de dados até a aplicação das técnicas propostas.

#### 3.1 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa aplicado a este trabalho foi dividido em quatro blocos distintos. O primeiro bloco concentrou-se na organização dos dados, abrangendo três etapas principais: definição do conjunto de dados/variáveis; coleta dos valores; e preparação dos dados. Já o segundo bloco, voltado para o tratamento dos dados, utilizou métodos estatísticos, como: estatística descritiva e testes avançados de significância. O terceiro bloco contemplou o desenvolvimento do módulo preditivo, estruturado sob a técnica de RNA e o desenvolvimento do módulo de diagnóstico e intervenção, estruturado sob a técnica de SE. Por fim, a última etapa objetivou a avaliação, validação e aplicação do modelo híbrido de inteligência. A Figura 12 exibe o macrofluxo do método de pesquisa adotado, sendo que este converge com os objetivos específicos. Importante reforçar que a seguir cada uma das etapas constituintes do método de pesquisa será descrita em detalhes.

Figura 12 – Macrofluxo do projeto de pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Para o tratamento dos dados e desenvolvimento dos algoritmos inteligentes, foi utilizado o *software* Python, tendo em vista que esta é uma linguagem de programação

amplamente utilizada e reconhecida por sua simplicidade, legibilidade e versatilidade. Além disso, é importante destacar que o Python tem ganhado relevância no ambiente acadêmico, especialmente no contexto de IA, devido às diversas vantagens apresentadas, tais como: facilidade de aprendizado; ampla disponibilidade de bibliotecas; ecossistema robusto; velocidade de desenvolvimento; comunidade e; suporte (Rossum; Drake, 2009).

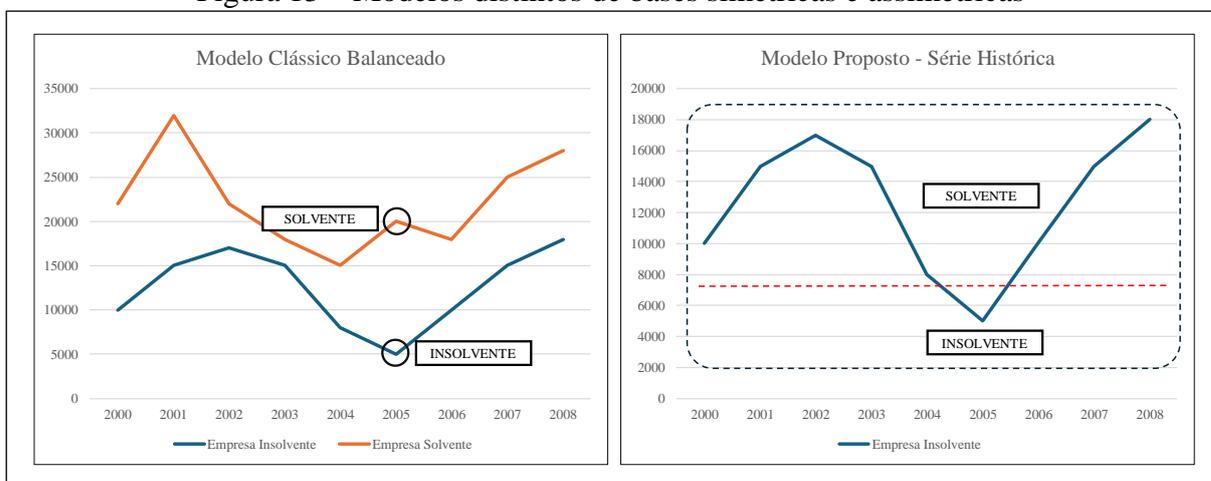
### 3.1.1 Delimitações do trabalho

Com o objetivo de garantir a execução do presente projeto dentro do prazo estipulado e facilitar a compreensão dos mecanismos envolvidos na construção do modelo, esta seção apresenta as delimitações estabelecidas de forma criteriosa. Tais delimitações foram concebidas para assegurar o foco e a viabilidade do estudo, considerando a complexidade e a abrangência do tema abordado. A seguir, são detalhados os principais aspectos que norteiam essas definições:

- a) definição do critério de insolvência: conforme visto anteriormente na Seção 2.1.1, a insolvência pode ser definida tanto pelos saldos do Balanço Patrimonial, assim como, pela ineficiência do Fluxo de Caixa, no entanto, a fim de delimitar este procedimento, o conceito de Insolvência empregado a este projeto se restringirá à condição de “Patrimônio Líquido Negativo”;
- b) segmentação de empresas que constituem o modelo: é relevante apontar que instituições financeiras (bancos), empresas de seguros e previdência foram excluídas da amostra coletada devido às suas particularidades jurídicas e regulatórias. No entanto, demais estudos relacionados à segmentação da base não serão o foco da discussão, deste modo, pode-se dizer que a estrutura proposta visa a construção de uma modelo conceitual generalista, condição a qual pode impactar diretamente na eficiência preditiva. Contudo trabalhos futuros poderão realizar este aprofundamento segmentado, a fim de melhorar a qualidade da metodologia aqui proposta;
- c) período de análise e base de dados: os dados utilizados no presente estudo compreendem informações contábeis de empresas brasileiras entre os anos de 1986 e 2023, abrangendo quase quatro décadas de evolução econômica. Essa extensa série temporal possibilita uma análise abrangente, mas também traz desafios relacionados à qualidade e uniformidade das informações ao longo do período. Deste modo, é importante comentar que foi aplicado ao banco de dados

- procedimentos relacionados a correções monetárias e inflacionárias diretamente pelo sistema da Economatica®, com o intuito de eliminar possíveis distorções;
- d) origem dos dados econômico-financeiros: este estudo concentra-se na análise de empresas de capital aberto, as quais encontram-se registradas na Comissão de Valores Mobiliários (CVM), e que integraram o índice Ibovespa durante os últimos 20 anos;
- e) balanceamento dos dados classificatórios: tradicionalmente os trabalhos utilizam dados simétricos para treinamento de seus modelos preditivos, no entanto o presente estudo fez o uso de uma base de dados assimétrica, respectivamente desbalanceada, seguindo a abordagem proposta por Horta (2010). A definição do uso de uma base desbalanceada permite a construção de um banco de dados com maior robustez, tendo em vista que o mesmo não faz o uso de valores pontuais para classificação dos estados, mas faz o uso de toda a série histórica para treinamento do modelo. A Figura 13 exibe um comparativo entre as abordagens clássicas de amostras balanceadas com relação à nova estratégia proposta;

Figura 13 – Modelos distintos de bases simétricas e assimétricas



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

- f) sugestões de intervenções financeiras: as recomendações elaboradas pelo grupo de especialistas possuem uma subjetividade associada. O presente estudo não irá realizar nenhum aprofundamento científico para avaliar o lastro teórico por trás das sugestões, em consequência da limitação do tempo e dimensão do escopo do projeto proposto, no entanto esta condição poderá ser explorada em trabalhos futuros.

## 3.2 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

A organização dos dados foi desenvolvida em três etapas distintas, respectivamente a definição das variáveis do modelo, coleta dos dados e, por fim a sua correspondente organização. A seguir, serão apresentados os resultados obtidos para cada um destes blocos de atividades.

### 3.2.1 Definição das variáveis

Com base na revisão bibliográfica realizada neste estudo, é possível afirmar que uma ampla gama de indicadores pode ser utilizada na construção de um modelo de predição de insolvência. A fim de evidenciar esta condição, a Tabela 1 apresenta de forma consolidada os diferentes indicadores utilizados frente aos modelos previamente discutidos no Capítulo 2.

Tabela 1 – Indicadores preditores significativos

Autores	Indicadores Significantes
Fitzpatrick (1932)	(patrimônio líquido) / (passivo); (lucro líquido) / (patrimônio líquido).
Beaver (1966)	(fluxo de caixa) / (total de endividamento); (lucro líquido) / (ativo total); (passivo total) / (ativo total); (capital de giro) / (ativo total); índice de liquidez corrente; (capital circulante líquido – estoque) / (desembolsos operacionais previstos).
Altman (1968) & Odom e Sharda (1993)	(capital circulante líquido) / (ativo total); (lucros acumulados) / (ativo total); (lucro antes de juros e impostos) / (ativo total); (valor de mercado do patrimônio líquido) / (passivo exigível a valores contábeis); (vendas) / (ativo total).
Altman Zeta (1977)	(indicador de retorno) / (ativo); indicador de estabilidade das receitas; serviço da dívida; lucratividade acumulada; liquidez; capitalização; tamanho.
Kanitz (1974)	(lucro líquido) / (patrimônio líquido); (ativo circulante + ativo não circulante) / (exigível total); (ativo circulante – estoques) / (passivo circulante); (ativo circulante) / (passivo circulante); (exigível total) / (patrimônio líquido).
Ohlson (1980)	tamanho da empresa; (total do passivo / total do ativo); (capital de giro) / (ativo total); (passivo circulante) / (ativo circulante); se (passivo total) > (ativo total) = 1, ou, se (passivo total) < (ativo total) = 0; (lucro líquido) / (total do ativo); (recursos provenientes das operações) / (total de passivos); se (lucro líquido) < 0 = 1, ou, se (lucro líquido) > 0 = 0; $(NI_t - NI_{t-1}) / ( NI_t  +  NI_{t-1} )$ .

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Conforme destacado por Castro Junior (2003), não há evidências de uma metodologia consolidada que forneça um caminho objetivo para determinação dos indicadores financeiros que devem ser utilizados em uma análise preditiva de insolvência. Deste modo, o presente estudo propôs uma nova abordagem metodológica para definição das variáveis a serem utilizadas no modelo, tendo em vista que as tecnologias disponíveis facilitaram o acesso a grandes volumes de dados, assim como, o poder de processamento dos computadores aumentou significativamente nas últimas décadas. O presente trabalho considerou a utilização de forma integral de todos os grupos de contas que compõem o Balanço Patrimonial, Demonstrativo de Resultado do Exercício e Demonstrativo Financeiro, respectivamente de empresas que integraram o índice Bovespa e que disponibilizam suas informações na base de dados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), especificamente 241 variáveis. O Apêndice A exibe



que estas instituições devem publicar seus resultados financeiros em cadernos oficiais e públicos, conforme exigência regulatória. No entanto, para viabilizar a extração e organização das informações contábeis e financeiras, o estudo se apoiou a empresa [Economática®](#), a qual disponibilizou e forneceu suporte para coleta das informações necessárias para treinamento dos algoritmos.

O procedimento de coleta foi executado em duas etapas distintas, são elas:

- a) mapeamento das empresas que integraram a amostra: esta etapa considerou a identificação das companhias que integraram o índice Bovespa nos últimos 20 anos. O procedimento proposto, possibilitou a identificação de uma amostra composta por 129 empresas de distintos segmentos. Instituições Financeiras (Bancos), Empresas de Seguros e Previdência não constituíram a amostra devido as suas particularidades jurídicas e legais. Além disso, é importante comentar que, este trabalho não considerou a segmentação das companhias para construção da base de aprendizado do modelo, com o intuito de propor um modelo generalista, no entanto, estudos futuros podem se apoiar nesta oportunidade de desdobramento. O Apêndice B exhibe o conjunto de empresas selecionadas, bem como, seus setores de atuação;
- b) extração de relatórios contábeis: a coleta dos relatórios contábeis objetivou a obtenção de dados provenientes ao Balanço Patrimonial, Demonstrativo de Resultado do Exercício e Demonstrativo Financeiro das empresas determinadas. Os dados foram obtidos por meio da plataforma [Economática®](#), a qual subsidiou a exportação dos relatórios corrigidos pelos efeitos monetários e inflacionários.

No entanto, o procedimento de organização dos dados foi executado em três etapas distintas, são elas:

- a) delimitação do critério de insolvência: conforme visto anteriormente na Seção 2.1.1, a insolvência pode ser definida tanto pelos saldos do Balanço Patrimonial, assim como, pela ineficiência do Fluxo de Caixa, no entanto, a fim de delimitar este procedimento, o conceito de Insolvência empregado a este projeto se restringirá à condição de “Patrimônio Líquido Negativo”. Em suma, a variável dicotômica nomeada como “Classe”, adota valores distintos, respectivamente: (0) quando “Patrimônio Líquido encontra-se Negativo” e (1) quando “Patrimônio Líquido encontra-se Positivo”, ou em outras palavras, estados de Insolvência e Solvência;

- b) construção da base de aprendizado: por meio da definição do critério de insolvência a base de aprendizado do modelo foi construída, sendo que, das 129 empresas inicialmente mapeadas, apenas 24 foram selecionadas, pois estas, apresentaram Patrimônio Líquido Negativo em seus dados históricos extraídos. Este procedimento de delimitação amostral foi aplicado com o intuito de reduzir a assimetria da amostra entre “Classes” de empresas Insolventes e Solventes. Em suma 105 instituições foram eliminadas da base original, o Quadro 1 exibe a relação de empresas selecionadas que apresentaram um Patrimônio Líquido Negativo em algum momento em seus dados históricos;

Quadro 1 – Empresas que irão compor a base de aprendizado do modelo

Empresa	Código	Segmentos	Empresa	Código	Segmentos
Americanas	AMER3	Produtos diversos	Light S/A	LIGT3	Energia elétrica
Anhanguera	AEDU3	-	Lojas Renner	LREN3	Tecidos vestuário
Atmasa	ATMP3	Serviços diversos	Marfrig	MRFG3	Carnes e derivados
Azul	AZUL4	Transporte aéreo	Minerva	BEEF3	Carnes e derivados
Braskem	BRKM5	Petroquímicos	MMX Miner	MMXM3	Minerais metálicos
CCR SA	CCRO3	Exploração de rodovias	Net	NETC4	-
Cia Hering	HGTX3	Vestuário	OGX Petroleo	OGXP3	Exploração refino
Comgas	CGAS5	Gás	Oi	OIBR3	Telecomunicações
CPFL Energia	CPFE3	Energia elétrica	PDG Realt	PDGR3	Incorporações
Cvc Brasil	CVCB3	Viagens e turismo	Portx	PRTX3	-
Embraer	EMBR3	Material aeronáutico	Rossi Resid	RSID3	Incorporações
Gol	GOLL4	Transporte aéreo	Terrasantapa	LAND3	Agricultura

Fonte: elaborada pelo autor (2024)

- c) horizonte temporal: o período de análise estabelecido neste projeto objetivou avaliar o máximo de dados disponível na base CVM para as empresas selecionadas, condição ideal para subsidiar a construção de um horizonte de aprendizado “rico” em volume de “informações históricas”. Portanto, os dados utilizados na base de aprendizado contemplam informações contábeis extraídas entre 1986 e 2023.

No entanto, com o intuito de treinar o modelo preditivo, três bancos de dados foram elaborados com o intuito de analisar a precisão classificatória do algoritmo, são elas:

- a) classificação temporal sincronizada: o primeiro banco de dados classificou o estado de Insolvência e Solvência diretamente pela análise do Patrimônio Líquido;
- b) classificação temporal com antecedência de 1 ano: o segundo banco de dados realizou a classificação de forma antecipada, categorizando o estado de insolvência um ano antes de o Patrimônio Líquido apresentar um valor negativo;

- c) classificação temporal com antecedência de 2 anos: o terceiro banco de dados realizou a classificação de forma antecipada, considerando o estado de insolvência dois anos antes de o Patrimônio Líquido apresentar um valor negativo.

Com o intuito de facilitar a compreensão do processo de estruturação dos três bancos de dados, no Quadro 2 é exibida a diferença conceitual das distintas bases de treinamento do modelo preditivo.

Quadro 2 – Construção das distintas bases de treinamento

Ano	Patrimônio Líquido	Base Sincronizada	1 ano de antecedência	2 anos de antecedência
2000	10	1	1	1
2001	5	1	1	0
2002	1	1	0	0
2003	-1	0	0	0
2004	-2	0	0	0
2005	-2	0	0	0

Fonte: elaborada pelo autor (2024)

Por fim, os dados coletados foram organizados com auxílio do *software excel*®, tendo em vista a sua flexibilidade e compatibilidade ao Python.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para Hair *et al.* (2009), é fundamental o uso de procedimentos estatísticos para identificação de variáveis significativas em modelos matemáticos complexos, estes métodos evitam problemas de ordem operacional e computacional, tais como:

- a) alto tempo computacional;
- b) indicadores fortemente correlacionados, condição a qual ocasiona distorções matemáticas;
- c) dificuldade para interpretação de resultados.

Deste modo, com o intuito de evitar distorções nos resultados gerados, bem como, com a intenção de otimizar o processamento dos dados, o presente estudo empregou quatro procedimentos estatísticos distintos aos conjuntos de dados utilizados, são eles:

- a) análise de valores nulos: este procedimento foi adotado com o intuito de eliminar dados com representatividade insuficiente. O banco de dados estruturado possuía inicialmente um volume de variáveis consideravelmente elevado, especificamente 244. No entanto, o primeiro procedimento aplicado ao conjunto de dados objetivou

a eliminação de variáveis com um volume de valores nulos superiores a 50%, critério o qual resultou na exclusão de 76 variáveis. O Apêndice C apresenta detalhadamente as variáveis eliminadas;

- b) anova: este procedimento foi aplicado com o intuito de verificar a existência de diferenças significativas entre os grupos de empresas classificadas como solventes e insolventes. Como resultado desta operação, 26 variáveis foram excluídas, pois apresentaram um valor de F crítico inferior a um alpha de 0,05. O Quadro 3 exibe as variáveis eliminadas após procedimento estatístico aplicado, bem como, apresenta o p-valor mensurado por meio da estatística F;
- c) análise de correlação: este procedimento foi adotado com o intuito de identificar a existência de colinearidade entre as variáveis, condição a qual possibilita a simplificação do modelo e elimina um possível viés estatístico. Como resultado deste processo, 21 variáveis foram eliminadas do modelo, pois possuíam relações lineares fortes, especificamente correlações superiores a 0,9. O Apêndice D exibe detalhadamente a relação de variáveis eliminadas, bem como o índice Pearson mensurado;

Quadro 3 – Variáveis sem diferença significativa entre os grupos

Variáveis Removidas - Sem diferença significativa entre as médias	F
Operacoes Descon CP	3,82E-02
Ativos Biologicos LP	3,24E-01
Atv ncor mant p/venda LP	2,14E-01
Operacoes Descontin LP	NaN
Obr p/pg bas em acoes CP	NaN
Prov para reestrutur CP	NaN
Prov pas ambi e desat CP	1,73E-04
Pa s/at ncor a ve+des CP	7,54E-02
Pas s/ ativ ncor a ve CP	1,86E-01
Pas s/ativ oper desco CP	1,14E-01
Obr p/pg bas em acoes LP	NaN
Adi p/fut aum d cap pass	3,02E-01
Pa s/at ncor a ve+des LP	NaN
Pas s/ ativ ncor a ve LP	NaN
Pas s/ativ oper desco LP	NaN
Lucros e receit a apropr	8,09E-10
Lucros a apropriar	NaN
Receitas a apropriar	1,15E-09
Subvenc de invest a apro	NaN
Part acionistas minorit	NaN
Reserva Legal	4,80E-21
Reserva Estatutaria	2,24E-04
Reserva p/ Contingencias	NaN
Resv Esp p/ Div nao Dist	7,33E-02
-Partic acion minoritar	NaN
Gan(perd) dos minorit	2,10E-01

Fonte: elaborada pelo autor (2024)

d) *stepwise*: este procedimento foi adotado com o intuito de identificar as variáveis de maior influência sobre a variável de resposta, de acordo com a estatística F. Como resultado deste procedimento, 20 variáveis significantes foram detectadas, pois apresentaram um p-valor inferior a um alpha de 0,05. A Figura 15 exibe a relação de variáveis “influentes” que serão utilizadas no desenvolvimento do modelo preditivo baseado na técnica de Rede Neural Artificial.

Figura 15 – Teste *Stepwise* para análise de influência

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	0.7770	0.011	73.088	0.000	0.756	0.798
Lucros acumulados	3.653e-08	1.47e-09	24.769	0.000	3.36e-08	3.94e-08
Capital social	9.652e-09	1.4e-09	6.915	0.000	6.91e-09	1.24e-08
Despesas pagas antecip	4.721e-07	7.24e-08	6.517	0.000	3.3e-07	6.14e-07
Outros Ativos	2.34e-08	5.37e-09	4.356	0.000	1.29e-08	3.39e-08
Intangiveis liquido	2.409e-08	3.66e-09	6.585	0.000	1.69e-08	3.13e-08
=Lucro antes jur&imp EBIT	-1.319e-08	2.64e-09	-5.001	0.000	-1.84e-08	-8.02e-09
Resv de Retencao de Luc	5.919e-08	1.05e-08	5.640	0.000	3.86e-08	7.98e-08
+Outras variacoes	1.709e-07	4.37e-08	3.915	0.000	8.53e-08	2.57e-07
Aum(redu) outr passivos	-5.698e-08	1.13e-08	-5.028	0.000	-7.92e-08	-3.48e-08
Outras provisoes a curto prazo	-6.503e-08	1.6e-08	-4.070	0.000	-9.64e-08	-3.37e-08
Obrig sociais e trabalh	3.894e-07	7.44e-08	5.235	0.000	2.44e-07	5.35e-07
Outr result abrangentes	3.225e-08	6.32e-09	5.106	0.000	1.99e-08	4.46e-08
Outros LP	9.604e-09	1.98e-09	4.844	0.000	5.72e-09	1.35e-08
Ativos Biologicos CP	4.096e-07	1.07e-07	3.839	0.000	2e-07	6.19e-07
Valor contab bem vendido	-4.792e-07	1.57e-07	-3.056	0.002	-7.87e-07	-1.72e-07
-Despesas Financeiras	1.921e-08	3.91e-09	4.915	0.000	1.15e-08	2.69e-08
Passivo nao circulante	-8.602e-09	1.07e-09	-8.037	0.000	-1.07e-08	-6.5e-09
Estoques	1.358e-08	3.47e-09	3.910	0.000	6.77e-09	2.04e-08
Dividendo min obrig a pg	1.164e-06	3.57e-07	3.263	0.001	4.65e-07	1.86e-06
Investimentos	5.385e-09	1.51e-09	3.568	0.000	2.42e-09	8.35e-09

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, é relevante salientar que, os processos estatísticos citados anteriormente estão em acordo com os procedimentos utilizados em trabalhos correlatos desenvolvidos pelos autores Castro Junior (2003) e Prado (2016).

### 3.4 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS INTELIGENTES

Nesta seção, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a construção dos modelos de predição e recomendação desenvolvidos neste estudo.

### 3.4.1 Desenvolvimento do modelo de predição de insolvência

O modelo preditivo foi desenvolvido a partir do uso de algoritmos de aprendizado de máquina, mais precisamente a técnica de RNA. Este direcionamento ocorreu em consonância a crescente tendência ao uso de técnicas frente a problemas de previsão de insolvência, bem como, pela alta eficiência preditiva apresentada por estes métodos (Kumar; Ravi, 2007; Shi; Li, 2019).

O processo de desenvolvimento da rede neural fez o uso de uma arquitetura composta por múltiplas camadas. Contudo, o algoritmo de aprendizado definido para uso ao modelo corresponde ao *back-propagation*, tendo em vista que este método apresenta uma solução matemática de aprendizado eficiente em redes neurais artificiais multicamadas. Em resumo, o algoritmo visa identificar de forma iterativa as diferenças entre as “saídas geradas” e as “saídas ótimas”, a fim de realizar ajustes nos pesos sinápticos, o que possibilita a minimização dos erros de resposta do modelo (Faceli *et al.*, 2021).

Com o intuito de contextualizar o processo de desenvolvimento do modelo preditivo, a seguir serão apresentadas as características construtivas da RNA estruturada, são elas:

- a) modelo de arquitetura composto por 3 camadas, especificamente uma camada de entrada com 32 neurônios, uma camada intermediária e uma camada de saída;
- b) 20 variáveis independentes, provenientes no método *stepwise*;
- c) função de ativação intermediárias *ReLU*;
- d) função de saída sigmóide;
- e) modelo de classificação;
- f) treinamento realizado em 80% da amostra, conforme sugerido por Prado (2016);
- g) teste realizado em 20% dos dados;
- h) método de normalização dos dados *StandardScaler*;
- i) número de iterações para treinamento: 1250.

Desta forma, a partir da identificação das variáveis independentes do modelo obtidas pelo método *stepwise*, a Rede Neural foi construída. Nos experimentos, 80% dos dados foram utilizados para realização do treinamento do algoritmo, enquanto, 20% dos valores possibilitaram os testes e análise de eficiência preditiva. Contudo, é importante comentar que o algoritmo utilizou um procedimento de normalização de dados denominado *StandardScaler*, a fim de possibilitar uma análise justa entre amostras de diferentes magnitudes de valores.

Importante comentar que três bases diferentes foram utilizadas para treinamento da rede, com o intuito de avaliar a capacidade preditiva frente ao uso de dados com um ano de antecedência e dois anos de antecedência do estado de insolvência, são elas:

- a) classificação temporal sincronizada;
- b) classificação temporal com antecedência de 1 ano;
- c) classificação temporal com antecedência de 2 anos.

O uso de três configurações distintas possibilitou avaliar com maior profundidade a capacidade de generalização do modelo desenvolvido.

### 3.4.2 Desenvolvimento do modelo especialista

O desenvolvimento do modelo especialista respeitou seis etapas distintas, são elas:

- a) identificação: a estrutura do algoritmo objetivou a construção de um modelo de diagnóstico capaz de realizar o reconhecimento de problemas de ordem financeira, condição a qual possibilitou o desenvolvimento de um sistema de intervenções e recomendações empresariais;
- b) conceituação: três especialistas com mais de 15 anos de experiência na área auxiliaram na construção da arquitetura do sistema. Os profissionais que contribuíram para aquisição do conhecimento e seu uso na estruturação do modelo de intervenções correspondem a um contador, um *controller* e um consultor financeiro;
- c) formalização: os dados coletados e tratados foram extraídos por meio do acesso a informações de empresas brasileiras listadas na CVM, considerando o fato de que, estas instituições devem publicar seus resultados financeiros em cadernos oficiais e públicos, conforme exigência regulatória. No entanto, para viabilizar a extração e organização das informações contábeis e financeiras, o estudo se apoiou na empresa Economatica®, a qual disponibilizou e forneceu suporte para coleta das informações necessárias para treinamento do sistema especialista;
- d) implementação: o *software* utilizado para desenvolvimento dos códigos e construção das regras corresponde ao Python;
- e) teste e avaliação: quatro empresas foram submetidas à aplicação do algoritmo de recomendação, respectivamente duas em estado de insolvência e duas em estado de solvência. Importante comentar que, o recorte de dados para análise das empresas insolventes corresponde a dados que antecedem o estado de apresentação

do Patrimônio Líquido Negativo em dois anos. A avaliação foi realizada de forma quantitativa, evitando o posicionamento frente às recomendações definidas pelos especialistas, eliminando o debate subjetivo e conceitual quanto às diretrizes geradas;

- f) revisão: testes de verificação de sintaxe e validação da estrutura das regras foram realizados ao modelo durante sua elaboração.

A arquitetura do sistema de diagnóstico foi construída pelos especialistas teve como premissas básicas três fundamentos, são eles:

- a) definição das contas a serem avaliadas: os grupos de contas selecionados pelos especialistas foram extraídos do Balanço Patrimonial, Demonstrativo de Resultado do Exercício e Demonstrativo Financeiro. Especificamente, 17 variáveis provenientes dos relatórios CVM foram eleitas pelos atores. No entanto, dois indicadores foram incluídos ao modelo, respectivamente: Ponto de Equilíbrio Contábil e Índice de Liquidez Seca. O Quadro 4 apresenta o grupo de contas e os indicadores utilizados;

Quadro 4 – Grupo de contas e indicadores definido para análise do SE

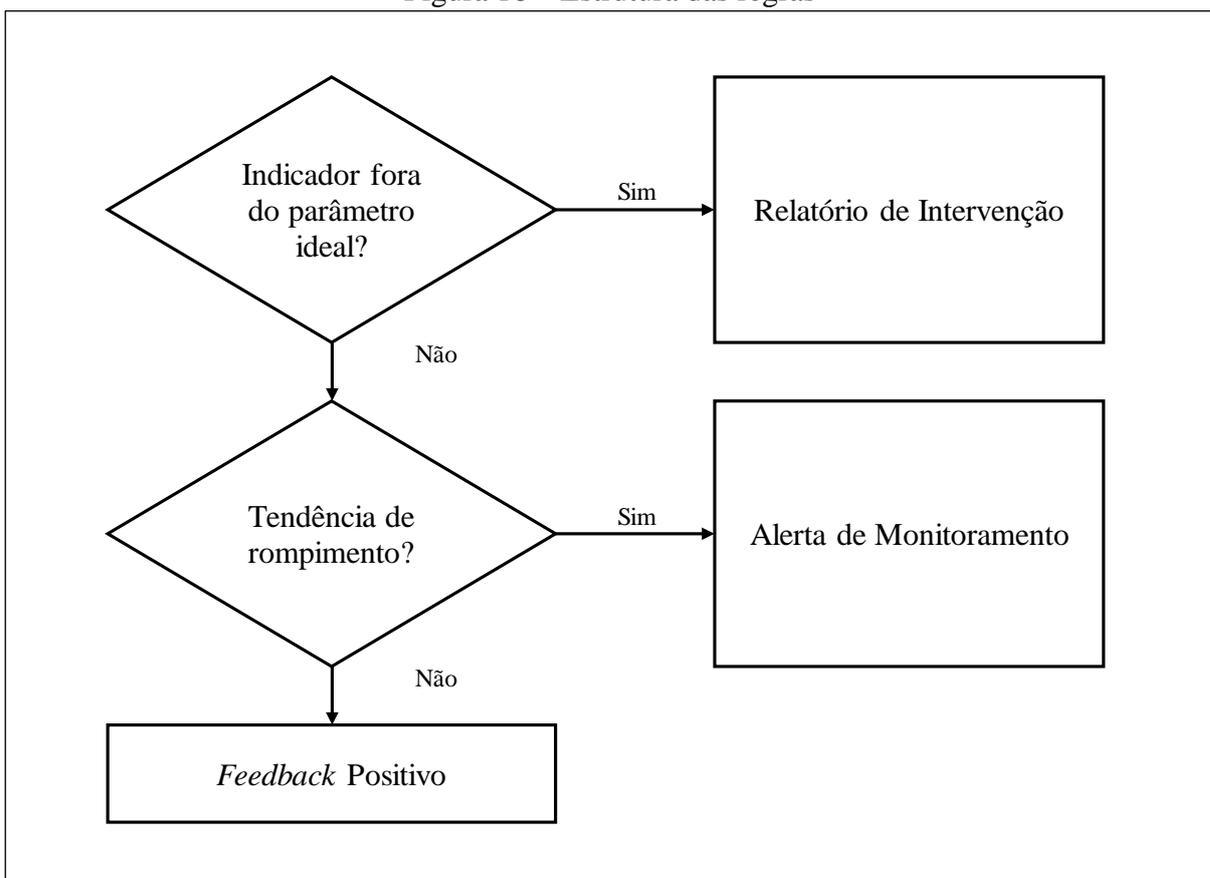
Relatório	Grupo de Contas
Demonstrativo de Resultado do Exercício	Receita líquida operacional
	Custo produtos vendidos
	Despesas operacionais
	Despesas com vendas
	Despesas administrativas
	Outras despesas operacionais
	Lucro antes juros e impostos (EBIT)
	Despesas financeiras
	Lucro líquido
Demonstrativo Financeiro	Caixa gerado pela operação
	Variação líquida de caixa
Balanço Patrimonial	Caixa e equivalentes de caixa
	Estoques
	Imobilizado
	Total empréstimos e financiamentos (Curto Prazo)
	Total empréstimos e financiamentos (Longo Prazo)
	Patrimônio líquido consolidado
Construídas	Ponto de equilíbrio contábil
	Liquidez seca

Fonte: elaborada pelo autor (2024)

- b) metodologia de análise do modelo especialista é realizado em três etapas distintas, são elas:

- a. tendência de alta e queda do grupo de contas;
- b. análise do comportamento do grupo de contas;
- c. avaliação de parâmetros: os indicadores obtidos por meio da análise vertical média são comparados com parâmetros, extraídos de empresas que se encontram saudáveis financeiramente. Desta forma, se o parâmetro estiver fora deste intervalo o algoritmo realiza a intervenção, no entanto se o indicador estiver dentro do parâmetro, o modelo especialista avalia tendência do grupo de contas, emitindo um alerta de monitoramento caso a conta apresente algum descontrole. Em trabalhos futuros, estes parâmetros poderão ser mensurados a partir de estudos verticalizados a setores. Diferentemente da metodologia aplicada a este trabalho, ao qual vislumbrou a construção de um modelo conceitual generalista. A Figura 16 resume a metodologia de análise estruturada em regras.

Figura 16 – Estrutura das regras



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

- c) período de análise: o período de análise do modelo considera os últimos cinco exercícios registrados.

Por fim, cabe ressaltar que o modelo proposto contou com uma metodologia inteligente que avalia 19 parâmetros, oriundos do Balanço Patrimonial, Demonstrativo de Resultado do Exercício e Demonstrativo Financeiro. Esta condição permite gerar até 65 recomendações a depender do estado atual da empresa avaliada, por meio da análise de 54 regras criadas. O Apêndice E exibe um resumo detalhado das contas avaliadas, o sistema de saída de cada regra e a sua categoria, como exemplo: Intervenção (Gerado pela anormalidade), Monitoramento (Gerado pelo comportamento) e *Feddback* Positivo (Gerado pela normalidade).

Uma vez estabelecidos os seus fundamentos de operação, o modelo especialista estruturado foi aplicado à quatro empresas distintas, Lojas Americanas e CVC Brasil compondo o grupo de empresas insolventes, e Embraer e Lojas Renner compondo o grupo de empresas solventes. A análise executada sobre as empresas insolventes compreendeu um período que antecede em 2 anos a apresentação do Patrimônio Líquido Negativo, especificamente os exercícios de 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021 para Lojas Americanas e 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 para a CVC Brasil. Contudo, a avaliação realizada sobre as empresas solventes compreendeu uma janela de períodos em que as instituições apresentavam um Patrimônio Líquido Positivo, especificamente 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023, tanto para a Embraer quanto, para as Lojas Renner.

Em síntese, a construção do modelo de diagnóstico e intervenção contou com um processo de “Aquisição de Conhecimento” realizado por “Supervisão e Acompanhamento” de especialistas. Esta etapa subsidiou a “Representação do Conhecimento” a partir da elaboração de um conjunto de regras e lógicas que simulam o raciocínio humano frente a problemas de ordem financeira.

### 3.5 ANÁLISE DO MODELO

Nesta etapa, ambos os modelos foram avaliados sob diferentes perspectivas com o intuito de verificar a eficiência preditiva e desempenho. Os procedimentos aplicados à RNA e ao SE correspondem a:

- a) análise da precisão classificatória da RNA, frente aos grupos de empresas solventes e insolventes;
- b) avaliação da capacidade preditiva da RNA sob a perspectiva da curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*). De acordo com Crone e Finlay (2012), a

curva ROC corresponde a uma técnica gráfica, a qual avalia o desempenho preditivo de modelos de classificação binária;

- c) análise descritiva sobre capacidade de realização de inferências de ordem financeira pelo modelo especialista. Quatro empresas foram submetidas à aplicação do modelo, respectivamente duas em estado de insolvência e duas em estado de solvência. O recorte de dados para análise das empresas insolventes corresponde a dados que antecedem o estado de obtenção do Patrimônio Líquido Negativo em dois anos. Importante frisar que este procedimento de avaliação do modelo de recomendação desenvolvido se restringiu a um número total de quatro empresas em virtude do tempo de execução do projeto. A definição das organizações ocorreu de forma “aleatória” com o intuito de eliminar um possível viés por parte do pesquisador. Especificamente as empresas sorteadas correspondem a Lojas Americanas e CVC Brasil compondo o grupo de empresas insolventes e Embraer e Lojas Renner compondo o grupo de empresas solventes, cabe salientar que as instituições citadas fazem parte do grupo de 24 empresas que integraram a base de treinamento do sistema preditivo.

Por fim, os módulos de predição (RNA) e recomendação (SE) foram avaliados de forma integrada, com o intuito de analisar os resultados obtidos, bem como identificar de pontos de melhorias.

## 4 RESULTADOS

Nesta seção serão detalhados os resultados obtidos a partir da aplicação dos modelos preditivo e de recomendação, desenvolvidos no presente estudo.

### 4.1 RESULTADOS GERADOS PELO MODELO DE PREVISÃO DE INSOLVÊNCIA

Com o intuito de apresentar os resultados gerados a partir da aplicação do modelo de predição de insolvência, a seguir serão detalhados os *insights* obtidos por meio da utilização das diferentes RNA's construídas. Conforme detalhado anteriormente, três bases de dados foram construídas com o intuito de treinar e avaliar a capacidade de predição da RNA, são elas: classificação temporal sincronizada; classificação temporal com antecedência de 1 ano; e classificação temporal com antecedência de 2 anos.

O modelo aplicado ao cenário de “classificação temporal sincronizado” apresentou uma boa capacidade preditiva, especificamente uma precisão de classificação de 0,98 para empresas insolventes e uma precisão de 0,95 para empresas solventes. Contudo a curva ROC exhibe uma eficiência de 0,860. De acordo com Hair *et al.* (2009), a análise gerada pela curva ROC corresponde a uma técnica estatística, a qual é amplamente utilizada para avaliar a performance de modelos de classificação binária. Importante comentar que a RNA evidencia uma alta capacidade preditiva, tendo em vista que, a base de aprendizado possui uma assimetria frente ao conjunto de dados de empresas insolventes e solventes. O conjunto de dados possui 255 grupos insolventes em contraposição a 1851 solventes. No entanto, a precisão do algoritmo não foi afetada, pois possui um volume considerável de dados para treinamento. A Figura 17 apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação da RNA à primeira base construída.

Figura 17 – Resultado classificatório da RNA sincronizada

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.98	0.72	0.83	65
1	0.95	1.00	0.97	357
accuracy			0.95	422
macro avg	0.97	0.86	0.90	422
weighted avg	0.96	0.95	0.95	422
Confusion Matrix:				
[[ 47 18]				
[ 1 356]]				
AUC-ROC Score: 0.860137901314372				

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O modelo aplicado ao cenário de “classificação temporal com antecedência de 1 ano” apresentou uma boa capacidade preditiva, especificamente uma precisão de classificação de 0,95 para empresas insolventes e uma precisão de 0,95 para empresas solventes. Contudo, a curva ROC exibe uma eficiência de 0,863. Importante comentar que a base de dados utilizada para treinamento da RNA também possuía uma assimetria frente ao conjunto de dados de empresas insolventes e solventes, relativamente inferior a primeira base, especificamente 292 grupos insolventes em contraposição a 1814 solventes. A Figura 18 exibe os resultados completos obtidos a partir da aplicação da RNA à segunda base construída.

Figura 18 – Resultado classificatório da RNA: Previsão de insolvência em 1 ano

Classification Report:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.95	0.74	0.83	72	
1	0.95	0.99	0.97	350	
accuracy			0.95	422	
macro avg	0.95	0.86	0.90	422	
weighted avg	0.95	0.95	0.95	422	
Confusion Matrix:					
[[ 53 19]					
[ 3 347]]					
AUC-ROC Score: 0.8637698412698414					

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O modelo aplicado ao cenário de “classificação temporal com antecedência de 2 anos” apresentou uma boa capacidade preditiva, especificamente uma precisão de classificação de 0,95 para empresas insolventes e uma precisão de 0,94 para empresas solventes. Contudo a curva ROC exibe uma eficiência de 0,865.

Figura 19 – Resultado classificatório da RNA: Previsão de insolvência em 2 anos

Classification Report:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.95	0.74	0.83	81	
1	0.94	0.99	0.97	341	
accuracy			0.94	422	
macro avg	0.95	0.87	0.90	422	
weighted avg	0.94	0.94	0.94	422	
Confusion Matrix:					
[[ 60 21]					
[ 3 338]]					
AUC-ROC Score: 0.8659715433908982					

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A Figura 19 apresenta os resultados completos obtidos a partir da aplicação da RNA à terceira base de dados construída. Importante comentar que, a base utilizada para treinamento da RNA possuía uma assimetria frente ao conjunto de dados de empresas insolventes e solventes inferior à segunda base, respectivamente 323 grupos insolventes em contraposição a 1783 solventes. Embora a eficiência classificatória não tenha apresentado uma diferença significativa, na medida em que a classificação tenha ocorrido de forma antecipada, é possível observar uma melhora na área da curva ROC. Esta condição reforça a necessidade de utilização de um conjunto de dados balanceado para realização do treinamento da RNA, como recomendado por Altman (1968), contudo, o presente trabalho optou pela abordagem proposta por Horta (2010) em seu doutorado. O Apêndice G exibe os algoritmos construídos em linguagem Python, frente aos diferentes cenários simulados.

Tendo em vista os resultados obtidos anteriormente, frente aos diferentes cenários construídos, fica evidente que, a viabilidade de uso do modelo treinado com dados que antecedem em 2 anos o estado de insolvência. Esta condição possibilita a realização de uma intervenção dentro de um período viável pela gestão. Deste modo, a base para construção do sistema de análise de risco utilizará a RNA treinada com a terceira base de dados. A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do modelo de predição de insolvência às empresas Lojas Americanas, CVC Brasil, Embraer e Lojas Renner, segue:

- a) Lojas Americanas: a Figura 20 exibe o resultado completo da análise preditiva aplicada ao conjunto de dados capturados 2 anos antes da companhia apresentar Patrimônio Líquido Negativo, especificamente 2021. Em síntese, o algoritmo classificou a empresa como insolvente;

Figura 20 – Resultado classificatório Lojas Americanas

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.84	0.75	0.79	81
1	0.94	0.96	0.95	341
accuracy			0.92	422
macro avg	0.89	0.86	0.87	422
weighted avg	0.92	0.92	0.92	422
Confusion Matrix:				
[[ 61 20]				
[ 12 329]]				
AUC-ROC Score: 0.8589479019586547				
1/1 ————— 0s 31ms/step				
A empresa 'AMER3' está classificada como insolvente.				

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

- b) CVC Brasil: a Figura 21 exibe o resultado completo da análise preditiva aplicada ao conjunto de dados capturados 2 anos antes da companhia apresentar Patrimônio Líquido Negativo, especificamente 2018. Em síntese, o algoritmo classificou a empresa como insolvente;

Figura 21 – Resultado classificatório CVC Brasil

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.81	0.74	0.77	81
1	0.94	0.96	0.95	341
accuracy			0.92	422
macro avg	0.88	0.85	0.86	422
weighted avg	0.91	0.92	0.92	422
Confusion Matrix:				
[[ 60 21]				
[ 14 327]]				
AUC-ROC Score: 0.8498425111328337				
1/1 ————— 0s 58ms/step				
A empresa 'CVCB3' está classificada como insolvente.				

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

- c) Embraer: a Figura 22 exibe o resultado completo da análise preditiva aplicada ao conjunto de dados capturados em 2023. Em síntese, o algoritmo classificou a empresa como solvente;

Figura 22 – Resultado classificatório Embraer

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.80	0.73	0.76	81
1	0.94	0.96	0.95	341
accuracy			0.91	422
macro avg	0.87	0.84	0.85	422
weighted avg	0.91	0.91	0.91	422
Confusion Matrix:				
[[ 59 22]				
[ 15 326]]				
AUC-ROC Score: 0.8422033959668369				
1/1 ————— 0s 16ms/step				
A empresa 'EMBR3' está classificada como solvente.				

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

- d) Lojas Renner: a Figura 23 exibe o resultado da análise preditiva aplicada ao conjunto de dados capturados em 2023. Em síntese, o algoritmo classificou a empresa como solvente;

Figura 23 – Resultado classificatório Lojas Renner

Classification Report:				
	precision	recall	f1-score	support
0	0.79	0.70	0.75	81
1	0.93	0.96	0.94	341
accuracy			0.91	422
macro avg	0.86	0.83	0.84	422
weighted avg	0.90	0.91	0.91	422
Confusion Matrix:				
[[ 57 24]				
[ 15 326]]				
AUC-ROC Score: 0.8298577169544912				
1/1 ————— 0s 16ms/step				
A empresa 'LREN3' está classificada como solvente.				

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Os resultados obtidos por meio da aplicação do modelo preditivo ocorreram de forma satisfatória, tendo em vista a assertividade classificatória exibida pelo algoritmo. Importante destacar que, em 2023 as Lojas Americanas apresentaram um Patrimônio Líquido Negativo em virtude de problemas de ordem financeira, evidenciados em noticiários nacionais. Assim como, em 2020 a CVC Brasil apresentou um Patrimônio Líquido Negativo em virtude de problemas de ordem financeira que foram potencializados posteriormente pela crise gerada pela Covid-19, este cenário foi evidenciado em noticiários brasileiros.

Por fim é relevante, observar a queda de precisão do modelo preditivo durante a sua execução devido à assimetria do conjunto de dados, condição a qual poderá ser corrigida em trabalhos futuros.

## 4.2 RESULTADOS GERADOS PELO MODELO ESPECIALISTA

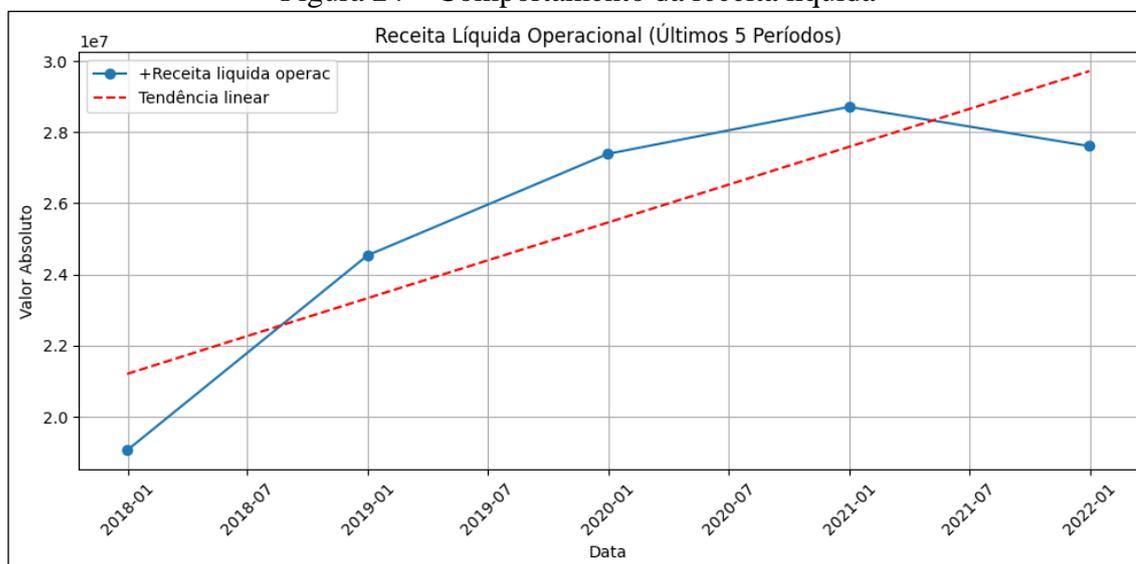
Com o intuito de apresentar os resultados gerados a partir da aplicação do modelo especialista a seguir serão detalhados os *feedbacks* gerados por meio da análise das informações oriundas do Demonstrativo de Resultado do Exercício, Demonstrativo Financeiro e Balanço Patrimonial da empresa Americanas, frente aos períodos de 2017 a 2021.

### 4.2.1 Análise do demonstrativo de resultado do exercício e demonstrativo financeiro

Com o intuito de exemplificar o relatório de intervenções gerado pelo sistema especialista, a seguir serão apresentados os *feedbacks* produzidos a partir da análise realizada ao Demonstrativo de Resultado do Exercício e Demonstrativos Financeiros das Lojas

Americanas. A Figura 24 exibe o comportamento gráfico da Receita Líquida referente aos períodos de 2017 a 2021. Sendo que, é importante comentar que o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 24 – Comportamento da receita líquida



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista também apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes a: tendência, valor médio das Receitas e valor no último período. A Figura 25 exibe os dados gerados respectivos a Receita Líquida das Lojas Americanas.

Figura 25 – Informações complementares relativos à receita líquida

<b>Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:</b>	
Tendência:	<b>Tendência de alta</b>
Valor Médio:	<b>25459945.16</b>
Último Período:	<b>27606452.07</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação à Receita Líquida das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo avalia apenas o comportamento da Receita Líquida, e conseqüentemente recomenda consultar os resultados gerados a partir da análise do Ponto de Equilíbrio Contábil, a fim de identificar se a receita gerada é sustentável ou não, conforme visto na Figura 26.

Figura 26 – *Feedback* gerado pelo SE com relação à Receita Líquida

**Análise da Receita Líquida:**  
 A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise da Receita Líquida, o sistema especialista realiza a avaliação dos Custos dos Produtos Vendidos. A Figura 27 exibe o comportamento percentual dos Custos dos Produtos Vendidos com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

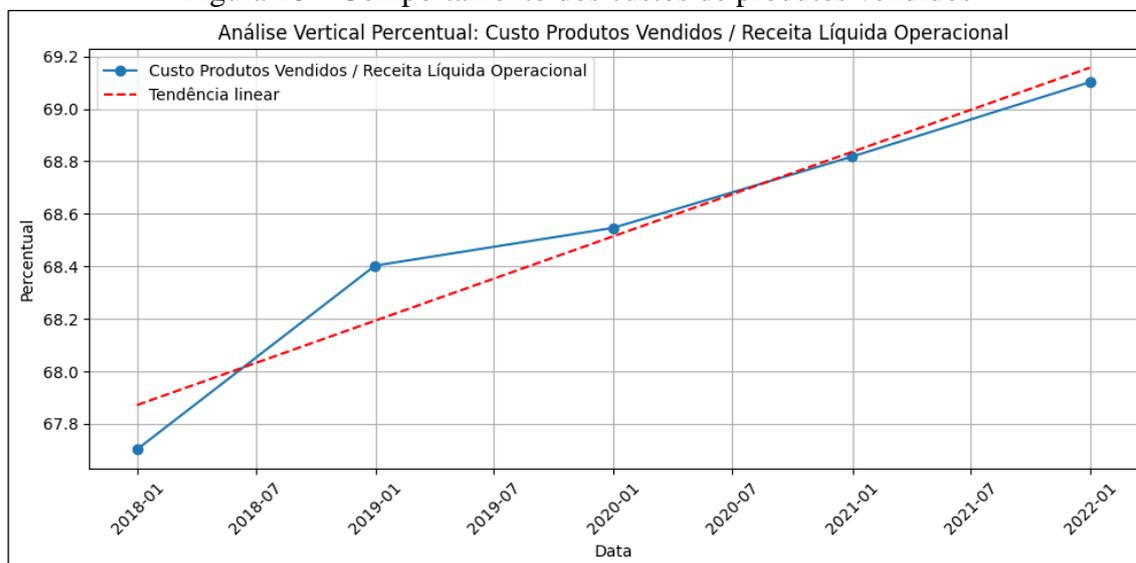
Figura 27 – Informações complementares relativas aos custos de produtos vendidos

**Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional:**  
 Tendência: **Tendência de alta**  
 Valor Médio: **68.51%**  
 Último Período: **69.10%**

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista também apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Custo dos Produtos Vendidos / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio dos Custos e valor no último período. A Figura 28 exibe os dados gerados respectivamente aos Custos dos Produtos Vendidos das Lojas Americanas.

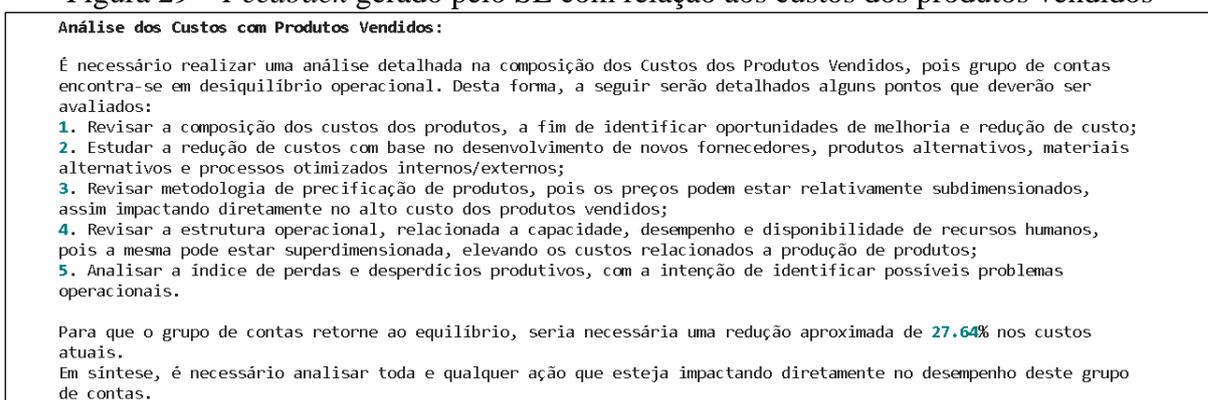
Figura 28 – Comportamento dos custos de produtos vendidos



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação aos Custos dos Produtos Vendidos das Lojas Americanas. É importante comentar que o código cita uma série de ações a serem avaliadas com relação à anomalia identificada, bem como, especifica a meta de redução a ser realizada. No caso das Lojas Americanas o modelo recomendou uma redução de 27,64% sobre os Custos dos Produtos Vendidos, conforme visto na Figura 29.

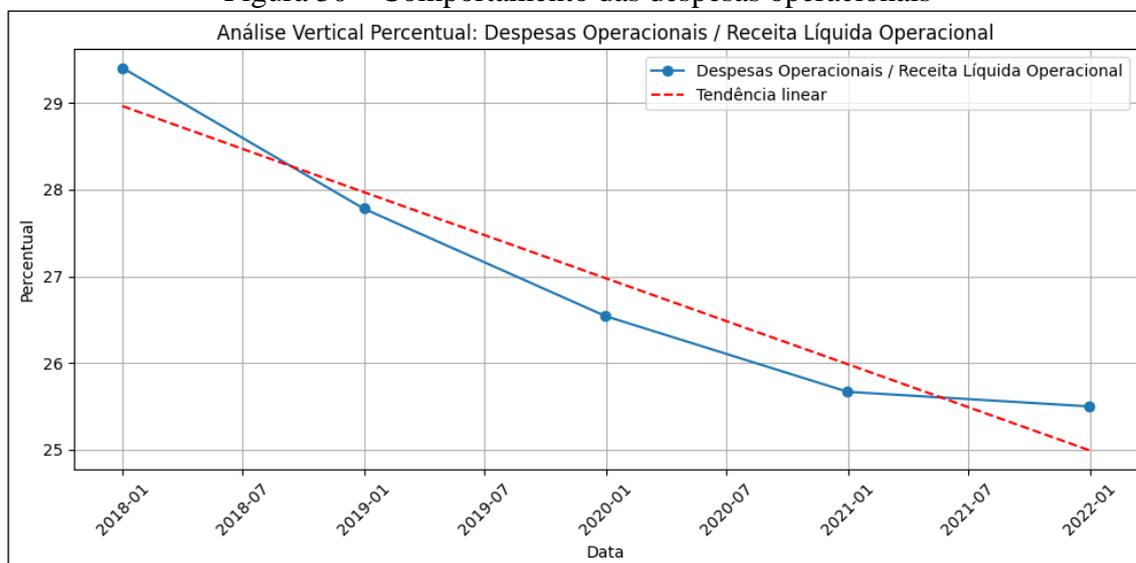
Figura 29 – *Feedback* gerado pelo SE com relação aos custos dos produtos vendidos



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise dos Custos dos Produtos Vendidos, o sistema especialista realiza a avaliação das Despesas Operacionais. A Figura 30 exibe o comportamento percentual das Despesas Operacionais com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 30 – Comportamento das despesas operacionais



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Despesas Operacionais / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio das Despesas e valor no último período. A Figura 31 exibe os dados gerados respectivamente as Despesas Operacionais das Lojas Americanas.

Figura 31 – Informações complementares relativas a despesas operacionais

<p><b>Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:</b></p> <p>Tendência: <b>Tendência de baixa</b></p> <p>Valor Médio: <b>26.98%</b></p> <p>Último Período: <b>25.50%</b></p>
---

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação às Despesas Operacionais das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo cita uma série de ações a serem avaliadas com relação a anomalia identificada, bem como, especifica a meta de redução a ser realizada. No caso das Lojas Americanas o modelo recomendou uma redução de 41,17% sobre as Despesas Operacionais, conforme visto na Figura 32.

Figura 32 – *Feedback* gerado pelo SE com relação as Despesas Operacionais

**Análise das Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de alugueis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros - Telefonia - TI - Sistema - Escritório Jurídico - Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de pessoas;
5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;
6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;
7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

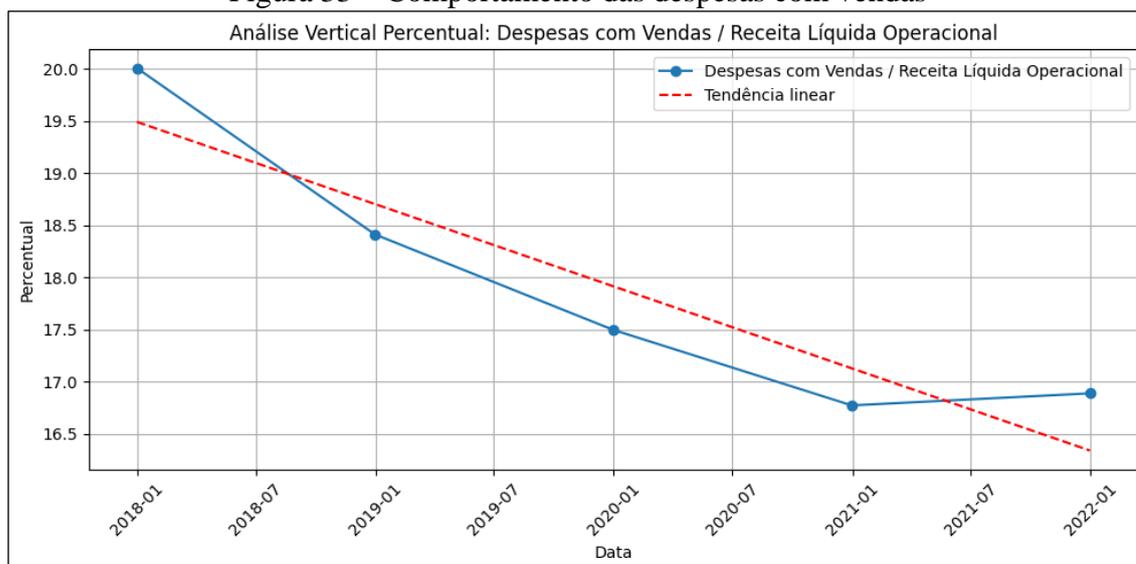
Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **41.17%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise das Despesas Operacionais, o sistema especialista realiza a avaliação das Despesas com Vendas. A Figura 33 exibe o comportamento percentual das Despesas de Vendas com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 33 – Comportamento das despesas com vendas



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Despesas com Vendas / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio das Despesas e valor no último período. A Figura 34 exibe os dados gerados respectivamente as Despesas com Vendas das Lojas Americanas.

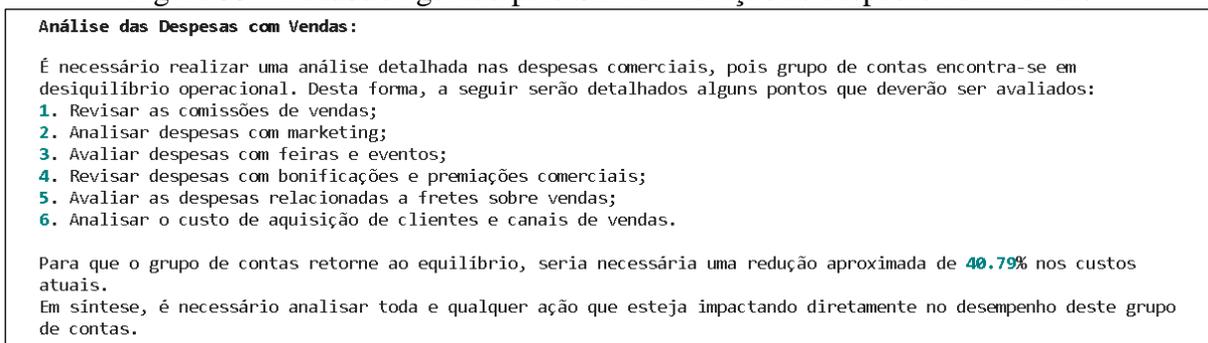
Figura 34 – Informações complementares relativas às despesas com vendas

<b>Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional:</b>	
Tendência:	<b>Tendência de baixa</b>
Valor Médio:	<b>17.92%</b>
Último Período:	<b>16.89%</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação às Despesas com Vendas das Lojas Americanas. É importante comentar que o modelo cita uma série de ações a serem avaliadas com relação a anomalia identificada, bem como, especifica a meta de redução a ser realizada. No caso das Lojas Americanas o modelo recomendou uma redução de 40,79% sobre as Despesas com Vendas, conforme visto na Figura 35.

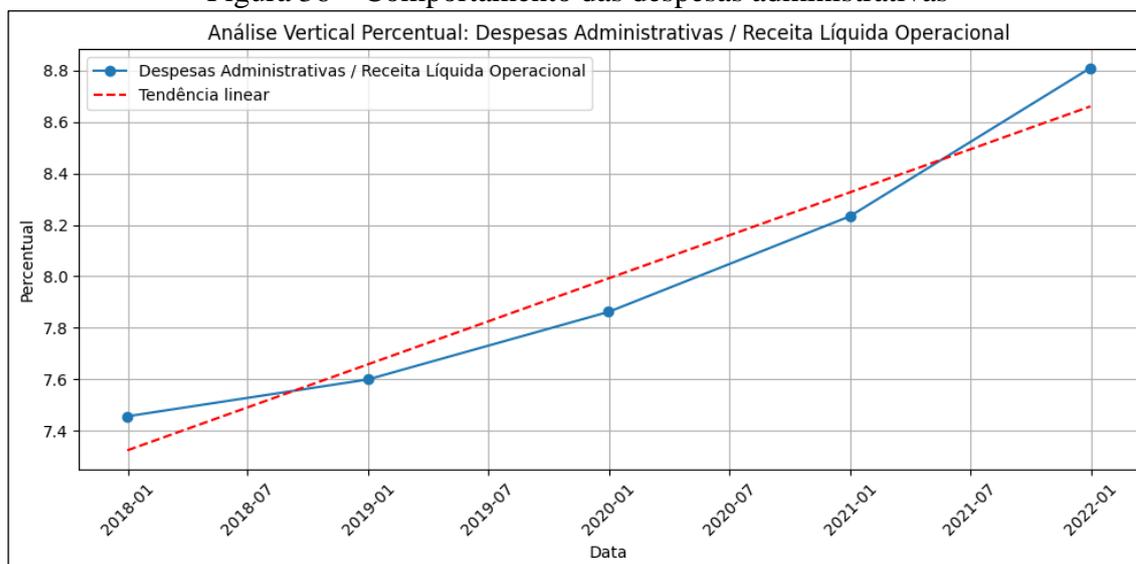
Figura 35 – *Feedback* gerado pelo SE com relação às despesas com vendas



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise das Despesas com Vendas, o sistema especialista realiza a avaliação das Despesas Administrativas. A Figura 36 exibe o comportamento percentual das Despesas Administrativas com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 36 – Comportamento das despesas administrativas



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Despesas Administrativas / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio das Despesas e valor no último período. A Figura 37 exibe os dados gerados respectivamente às Despesas Administrativas das Lojas Americanas.

Figura 37 – Informações complementares relativas às despesas administrativas

<p><b>Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional:</b>  Tendência: <b>Tendência de alta</b>  Valor Médio: <b>7.99%</b>  Último Período: <b>8.81%</b></p>
---

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação às Despesas Administrativas das Lojas Americanas. É importante comentar que, os gastos relacionados as Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, o modelo identificou uma tendência de alta, o que precisa ser monitorado, conforme visto na Figura 38.

Figura 38 – *Feedback* gerado pelo SE com relação às despesas administrativas

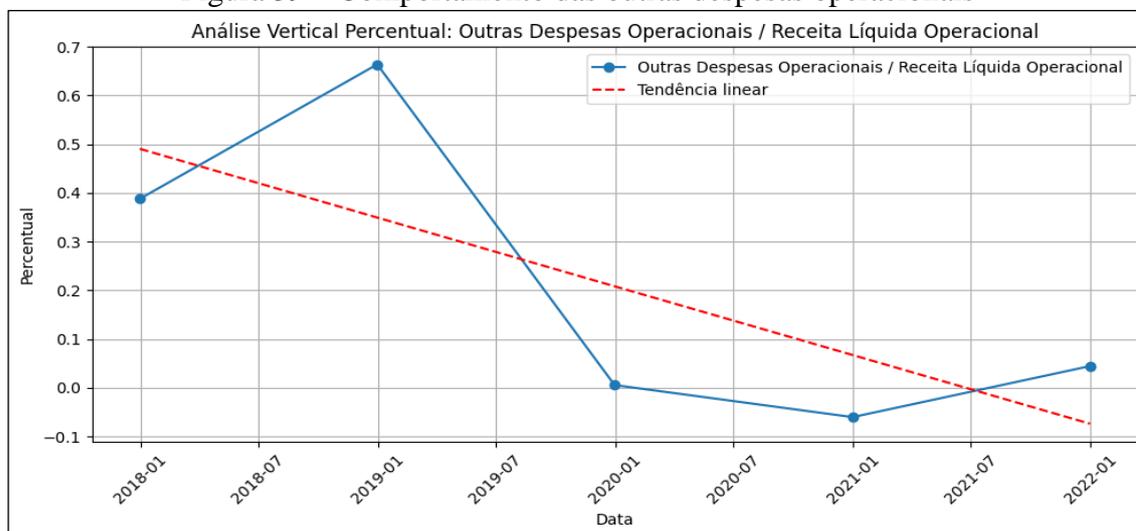
**Análise das Despesas Administrativas:**

As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise das Despesas Administrativas, o sistema especialista realiza a avaliação das Outras Despesas Operacionais. A Figura 39 exibe o comportamento percentual das Outras Despesas Operacionais com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 39 – Comportamento das outras despesas operacionais



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio das Despesas e valor no último período. A Figura 40 exibe os dados gerados respectivo a Outras Despesas Operacionais das Lojas Americanas.

Figura 40 – Informações complementares relativas a outras despesas operacionais

<p><b>Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:</b>  Tendência: <b>Tendência de baixa</b>  Valor Médio: <b>0.21%</b>  Último Período: <b>0.04%</b></p>
--

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação a Outras Despesas Operacionais das Lojas Americanas. É importante comentar que, os gastos relacionados às Outras Despesas Operacionais encontram-se sob controle, sem tendência de alta, conforme visto na Figura 41.

Figura 41 – *Feedback* gerado pelo SE com relação a outras despesas operacionais

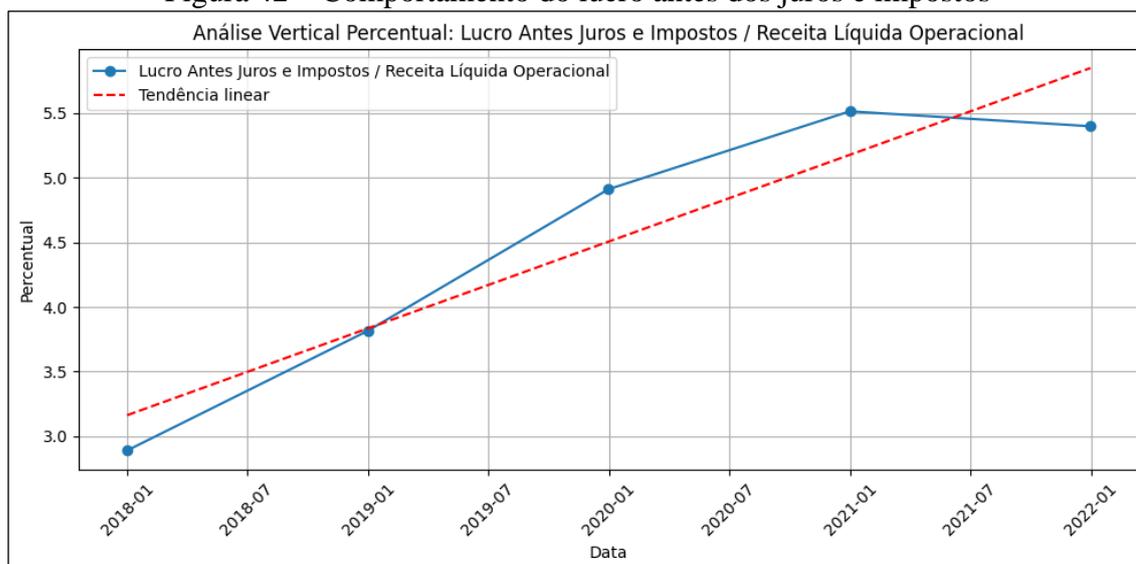
**Análise das Outras Despesas Operacionais:**

As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise das Outras Despesas Operacionais, o sistema especialista realiza a avaliação do Lucro antes dos Juros e Impostos. A Figura 42 exibe o comportamento percentual do Lucro antes dos Juros e Impostos com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 42 – Comportamento do lucro antes dos juros e impostos



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Lucro antes dos Juros e Impostos / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Lucro e valor no último período. A Figura 43 exibe os dados gerados respectivos ao Lucro antes dos Juros e Impostos das Lojas Americanas.

Figura 43 – Informações complementares relativas ao lucro antes dos juros e impostos

**Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional:**  
 Tendência: **Tendência de alta**  
 Valor Médio: **4.51%**  
 Último Período: **5.40%**

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação a Lucro antes de Juros e Impostos das Lojas Americanas. É importante comentar que, o sistema destaca todas as anomalias identificadas nas contas até este totalizador, conforme visto na Figura 44.

Figura 44 – *Feedback* gerado pelo SE com relação a lucro antes de juros e impostos

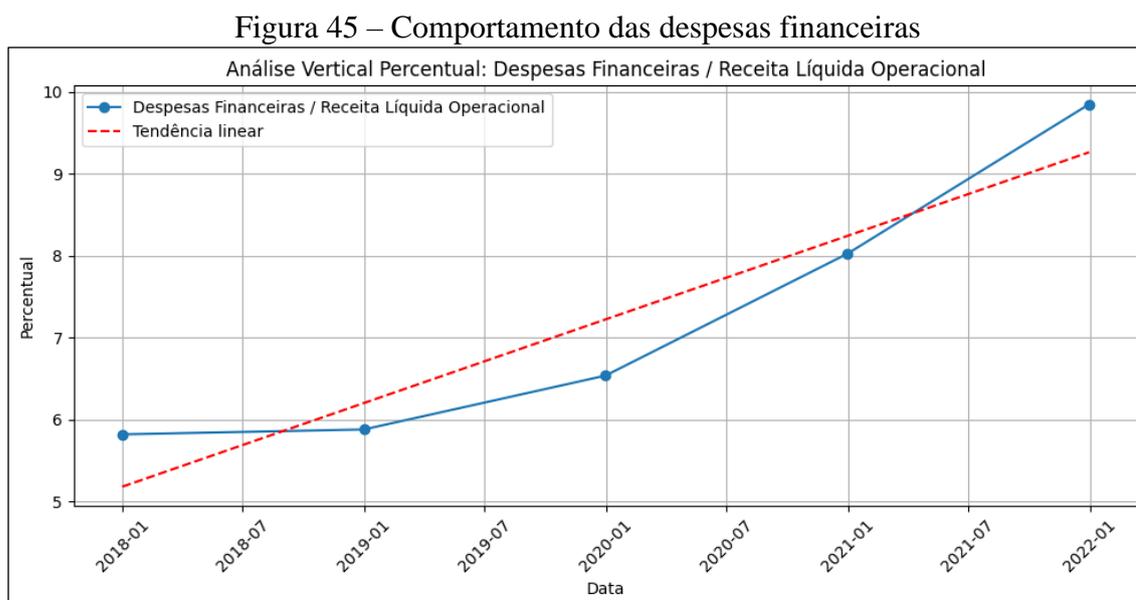
**Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:**

Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros ideais. Reavalie as contas a seguir:</b>

- \* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';
- \* Exibe '-Desp (receit) operac';
- \* Exibe '+Despesas com vendas';

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise do Lucro antes dos Juros e Impostos, o sistema especialista realiza a avaliação das Despesas Financeiras. A Figura 45 exibe o comportamento percentual das Despesas Financeiras com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Despesas Financeiras / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio das Despesas e valor no último período. A Figura 46 exibe os dados gerados respectivamente às Despesas Financeiras das Lojas Americanas.

Figura 46 – Informações complementares relativas às despesas financeiras

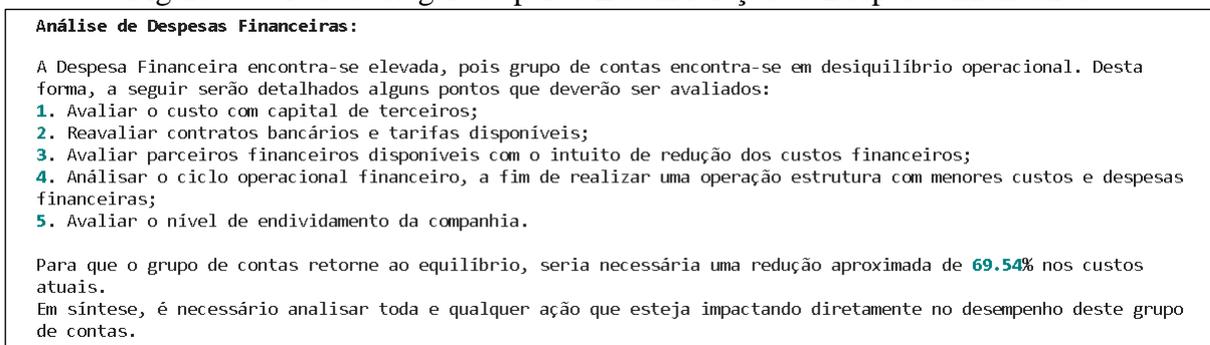
<b>Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional:</b>
Tendência: <b>Tendência de alta</b>
Valor Médio: <b>7.22%</b>
Último Período: <b>9.85%</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação às Despesas Financeiras das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo cita uma série de ações a serem avaliadas com relação a anomalia identificada,

bem como, especifica a meta de redução a ser realizada. No caso das Lojas Americanas o modelo recomendou uma redução de 40,79% sobre as Despesas Financeiras, conforme visto na Figura 47.

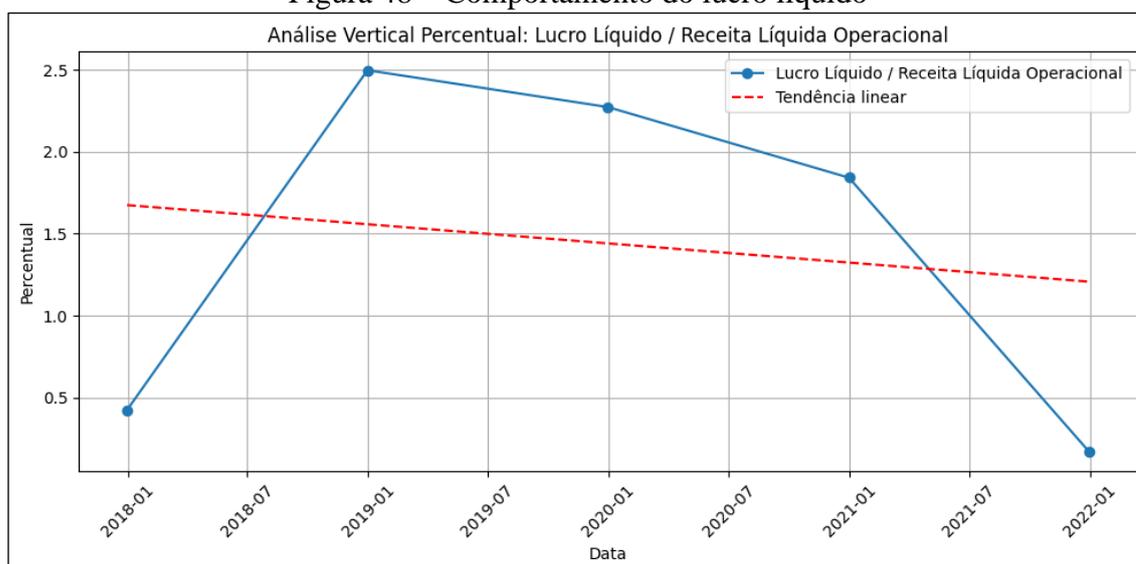
Figura 47 – *Feedback* gerado pelo SE com relação às Despesas financeiras



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise das Despesas Financeiras, o sistema especialista realiza a avaliação do Lucro Líquido. A Figura 48 exibe o comportamento percentual do Lucro Líquido com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 48 – Comportamento do lucro líquido



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista também apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Lucro

Líquido / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Lucro e valor no último período. A Figura 49 exibe os dados gerados respectivos ao Lucro Líquido das Lojas Americanas.

Figura 49 – Informações complementares relativas ao lucro líquido

<p><b>Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional:</b>  Tendência: <b>Tendência de baixa</b>  Valor Médio: <b>1.44%</b>  Último Período: <b>0.17%</b></p>
---

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação ao Lucro Líquido das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo detectou uma anormalidade na capacidade de gerar lucro, condição a qual orienta a realização de ajustes de ordem operacionais, conforme visto na Figura 50.

Figura 50 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao lucro líquido

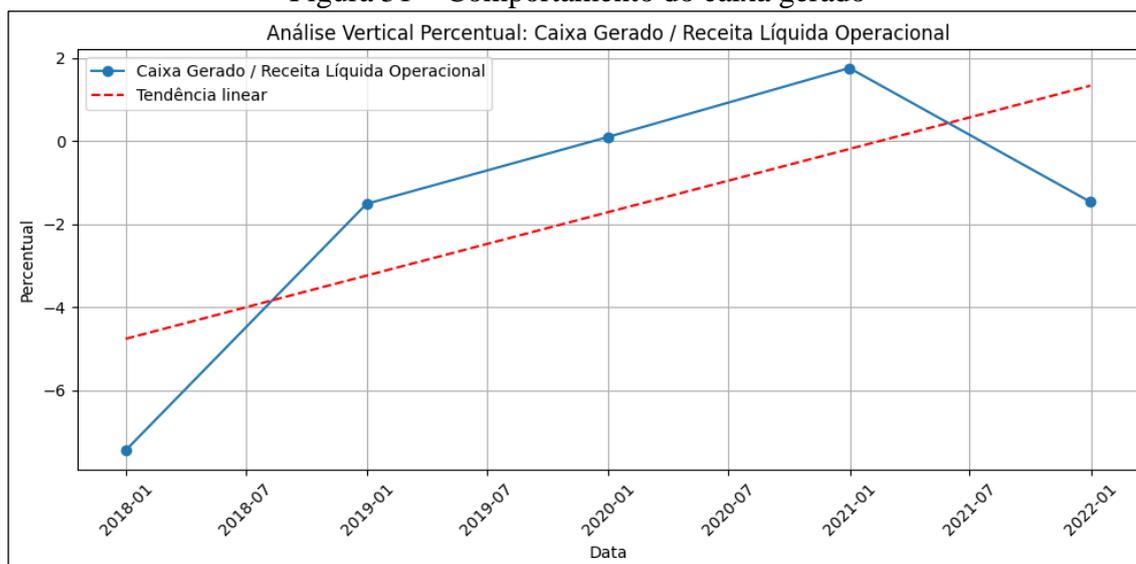
**Análise do Lucro Líquido:**

O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise do Lucro Líquido, o sistema especialista realiza a avaliação do Caixa Gerado. A Figura 51 exibe o comportamento percentual do Caixa Gerado com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 51 – Comportamento do caixa gerado



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Caixa Gerado / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Caixa e valor no último período. A Figura 52 exibe os dados gerados respectivo ao Caixa Gerado das Lojas Americanas.

Figura 52 – Informações complementares relativas ao caixa gerado

**Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional:**  
 Tendência: **Tendência de alta**  
 Valor Médio: **-1.71%**  
 Último Período: **-1.46%**

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação ao Caixa Gerado das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo detecta uma anormalidade na Geração de Caixa, condição a qual orienta a realização de ajustes de ordem financeira, conforme visto na Figura 53.

Figura 53 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao caixa gerado

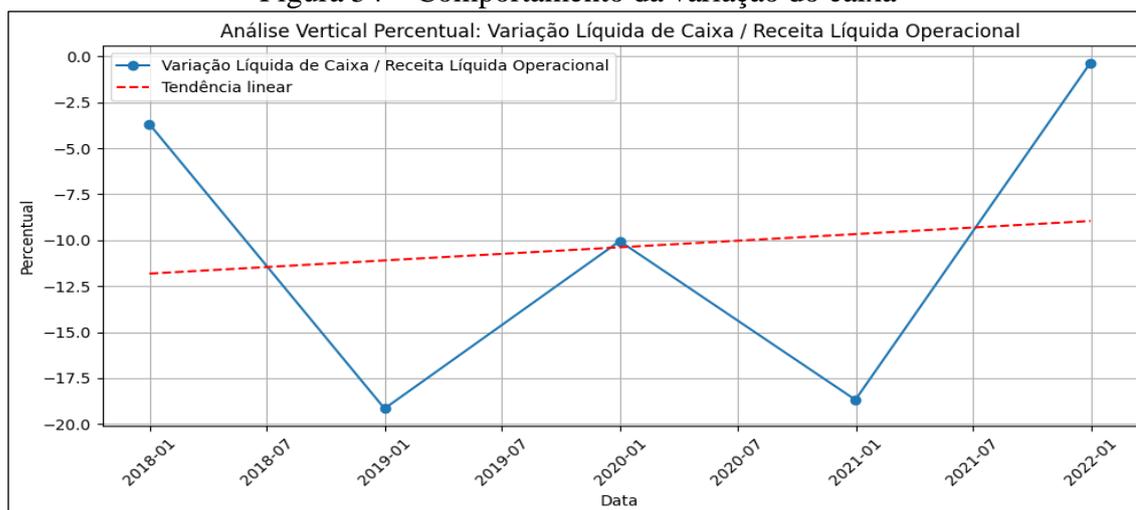
**Análise do Caixa Gerado:**

A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise da Geração de Caixa, o sistema especialista realiza a avaliação da Variação do Caixa. A Figura 54 exibe o comportamento percentual da Variação do Caixa com relação à Receita Líquida nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 54 – Comportamento da variação do caixa



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Variação do Caixa / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Caixa e valor no último período. A Figura 55 exibe os dados gerados respectivo a Variação de Caixa das Lojas Americanas.

Figura 55 – Informações complementares relativas a variação do caixa

**Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional:**  
 Tendência: **Tendência de alta**  
 Valor Médio: **-10.38%**  
 Último Período: **-0.35%**

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação a Variação do Caixa das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo detectou uma anormalidade nos saldos, condição a qual orienta a realização de ajustes de ordem financeira, conforme visto na Figura 56.

Figura 56 – *Feedback* gerado pelo SE com relação à variação do caixa

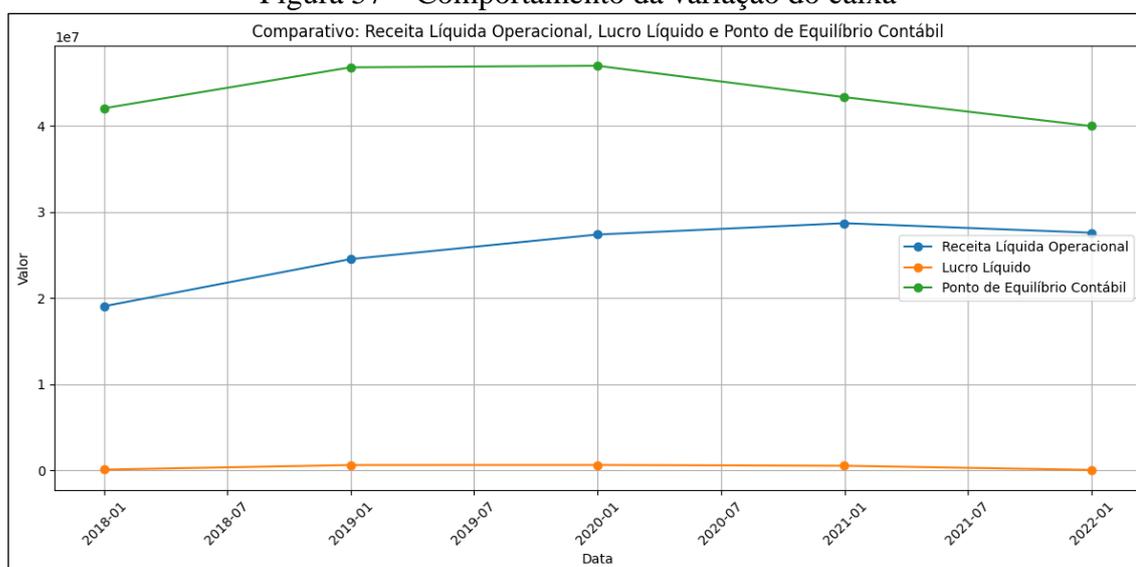
**Análise da Variação de Caixa:**

A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros ideiais, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise da Variação do Caixa, o sistema especialista realiza a avaliação do Ponto de Equilíbrio Contábil, a fim de compreender se a operação empresarial é sustentável. A Figura 57 exibe o comportamento do Ponto de Equilíbrio Contábil nos períodos de 2017a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta o Ponto de Equilíbrio Contábil, a Receita Líquida e o Lucro Líquido. É importante destacar que o Ponto de Equilíbrio Contábil foi calculado dividindo os Custos Fixos totais pelo Índice da Margem de Contribuição. Para realizar esse procedimento, os especialistas classificaram os grupos de contas disponíveis em Custos Fixos e Custos Variáveis.

Figura 57 – Comportamento da variação do caixa



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação a análise do Ponto de Equilíbrio das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo detectou uma anormalidade na estrutura do contábil da empresa, sendo que, durante a janela temporal de 5 períodos avaliados a empresa esteve abaixo do Ponto de Equilíbrio Contábil, mas com geração de Lucro. Isto é um indicativo de que a empresa pode estar utilizando recursos financeiros externos ou estratégias de gestão para cobrir os custos fixos

e gerar lucro, apesar de não alcançar o Ponto de Equilíbrio Contábil, conforme visto na Figura 58.

Figura 58 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao ponto de equilíbrio

**Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:**

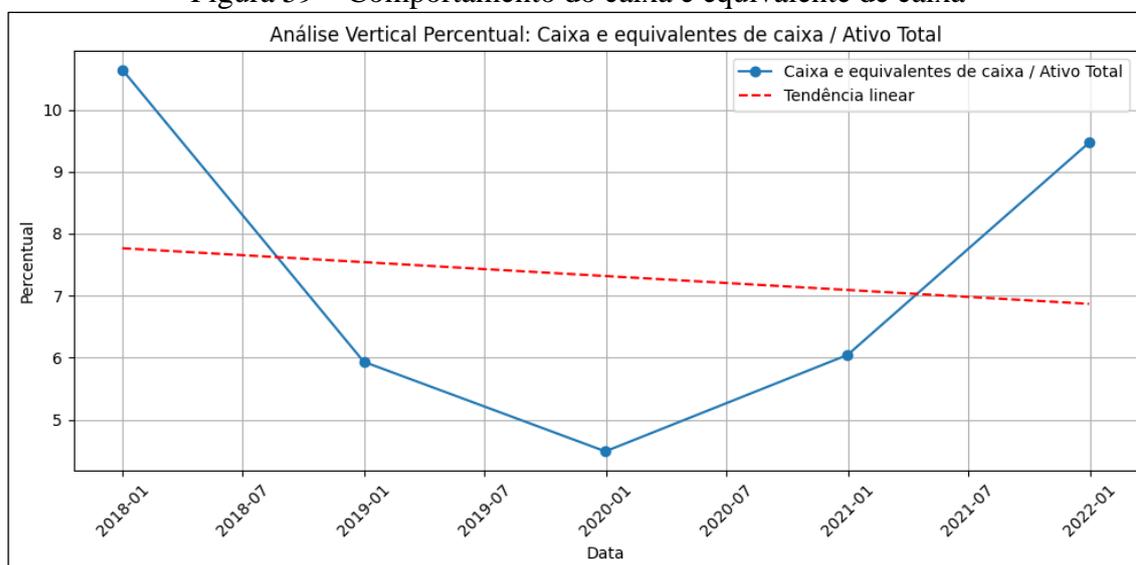
A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período. Nos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em 5 de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial, com o intuito de alavancar as Receitas.

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

#### 4.2.2 Análise do balanço patrimonial

Com o intuito de detalhar o *feedback* gerado pelo sistema especialista, a seguir serão apresentados os relatórios produzidos frente à análise do balanço patrimonial realizada nas Lojas Americanas. A Figura 59 exhibe o comportamento gráfico do Caixa e Equivalentes de Caixa com relação ao Ativo Total nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 59 – Comportamento do caixa e equivalente de caixa



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Caixa e Equivalentes de Caixa / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Caixa e valor no último período. A Figura 60 exhibe os dados gerados respectivos ao Caixa e Equivalentes de Caixa das Lojas Americanas.

Figura 60 – Informações complementares relativas ao caixa e equivalente de caixa

<p><b>Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total:</b>  Tendência: <b>Tendência de baixa</b>  Valor Médio: <b>7.32%</b>  Último Período: <b>9.47%</b></p>
---

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação ao Caixa e Equivalentes de Caixa das Lojas Americanas. É, é importante comentar que, os saldos de Caixa e Equivalentes de Caixa encontram-se sob controle, no entanto, o algoritmo identificou uma tendência de queda, o que precisa ser monitorado, conforme visto na Figura 61.

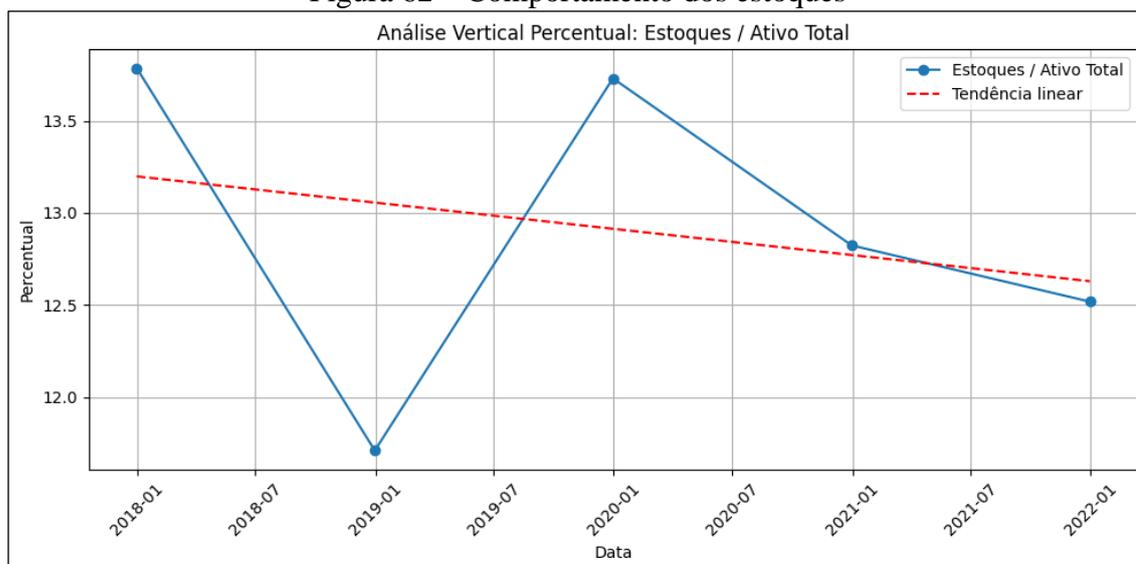
Figura 61 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao caixa e equivalentes de caixa

<p><b>Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:</b>  A conta Caixa e Equivalenes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros ideais, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.</p>
---

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise do Caixa e Equivalentes de Caixa, o sistema especialista realiza a avaliação dos Estoques. A Figura 62 exibe o comportamento percentual dos Estoques com relação ao Ativo Total nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 62 – Comportamento dos estoques



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Estoques / Ativo Total”, especificamente: análise de tendência, valor médio dos Estoques e valor no último período. A Figura 63 exibe os dados gerados respectivamente ao volume dos Estoques das Lojas Americanas.

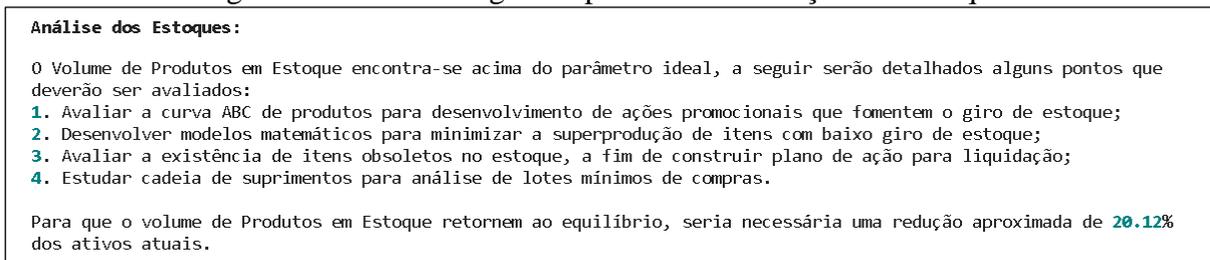
Figura 63 – Informações complementares relativas aos estoques

Estoques / Ativo Total:	
Tendência:	<b>Tendência de baixa</b>
Valor Médio:	<b>12.91%</b>
Último Período:	<b>12.52%</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação aos Estoques das Lojas Americanas. É importante comentar que, o código cita uma série de ações a serem avaliadas com relação à anomalia identificada, bem como, especifica a meta de redução a ser realizada. No caso das Lojas Americanas, o modelo recomendou uma redução de 20,12% sobre o volume de produtos em estoque, conforme visto na Figura 64.

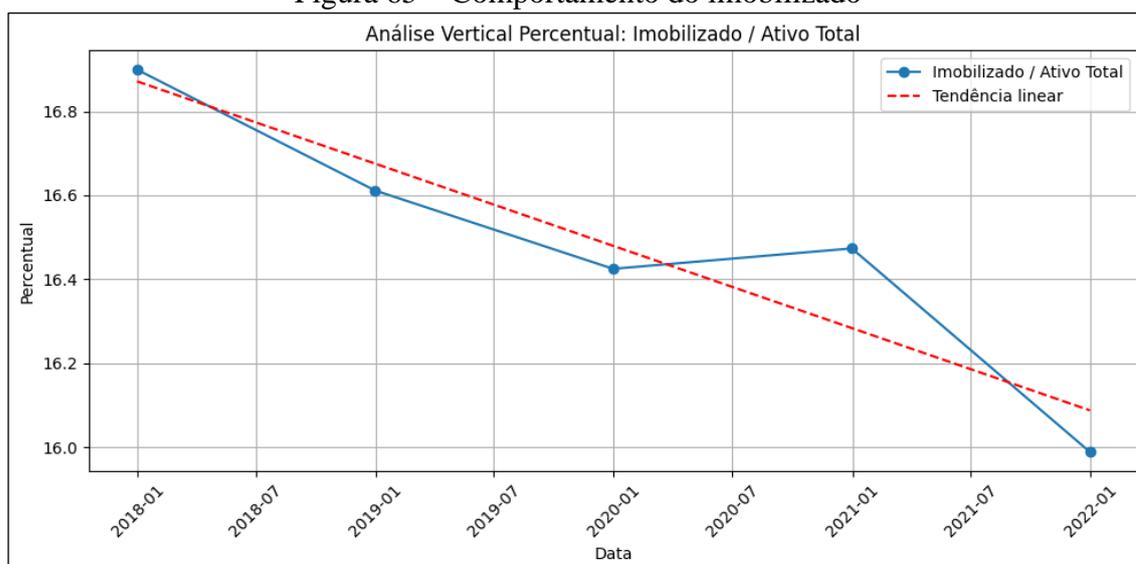
Figura 64 – *Feedback* gerado pelo SE com relação aos estoques



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise dos Estoques, o sistema especialista realiza a avaliação dos Bens Imobilizados. A Figura 65 exibe o comportamento percentual do Imobilizado com relação ao Ativo Total nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

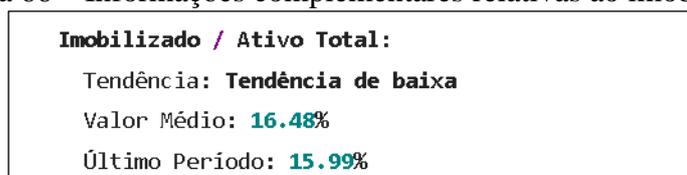
Figura 65 – Comportamento do imobilizado



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

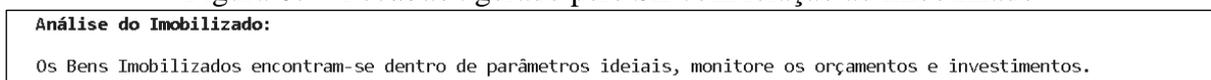
Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Imobilizado / Ativo Total”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Imobilizado e valor no último período. A Figura 66 exibe os dados gerados respectivos ao Imobilizado das Lojas Americanas.

Figura 66 – Informações complementares relativas ao imobilizado



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

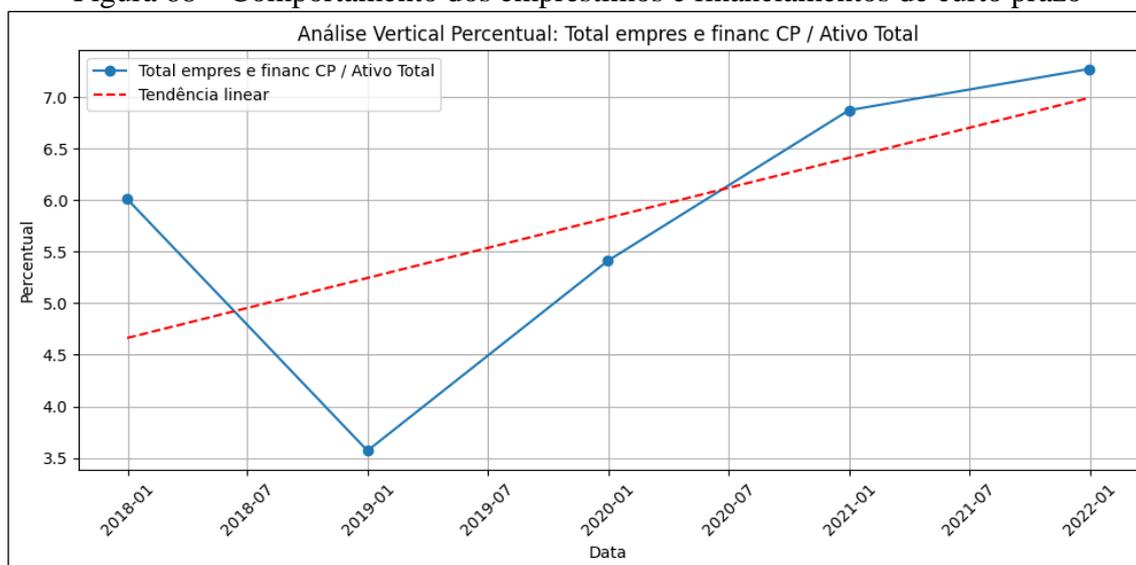
Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação ao Imobilizado das Lojas Americanas. Importante comentar que, o nível dos bens Imobilizados encontra-se sob controle, sem tendência de alta, conforme visto na Figura 67.

Figura 67 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao imobilizado

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise do Imobilizado, o sistema especialista realiza a avaliação dos Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo. A Figura 68 exibe o comportamento percentual das Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo com relação ao Ativo Total nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 68 – Comportamento dos empréstimos e financiamentos de curto prazo



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo / Receita Líquida”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Endividamento e valor no último período. A Figura 69 exibe os dados gerados respectivos aos Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo das Lojas Americanas.

Figura 69 – Informações complementares relativas aos empréstimos de curto prazo

<p><b>Total empres e financ CP / Ativo Total:</b>  Tendência: <b>Tendência de alta</b>  Valor Médio: <b>5.83%</b>  Último Período: <b>7.27%</b></p>
---

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação aos Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo das Lojas Americanas. Importante comentar que o nível de endividamento no curto prazo encontra-se sob controle, no entanto, identificou uma tendência de alta, o que precisa ser monitorado, conforme visto na Figura 70.

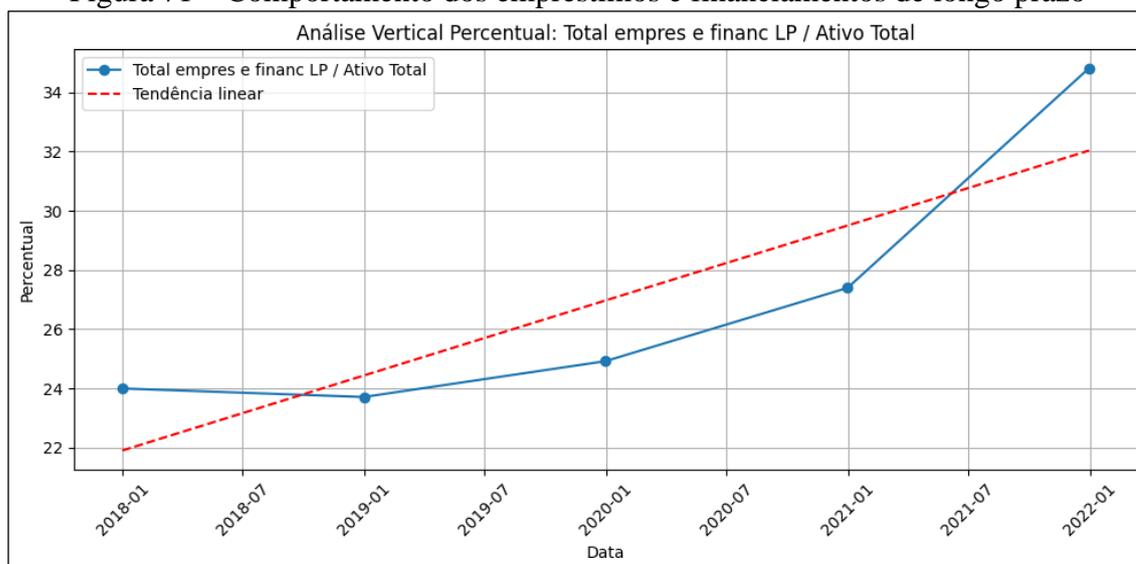
Figura 70 – *Feedback* gerado pelo SE com relação a empréstimos de curto prazo

<p><b>Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:</b>  O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros ideais, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.</p>
--

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise dos Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo, o sistema especialista realiza a avaliação dos Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo. A Figura 71 exibe o comportamento percentual dos Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo com relação ao Ativo Total nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

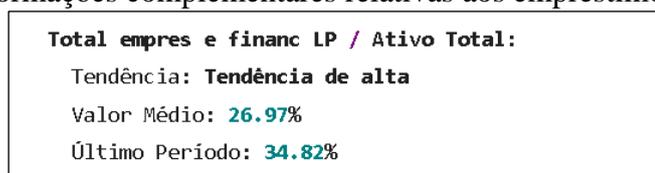
Figura 71 – Comportamento dos empréstimos e financiamentos de longo prazo



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo / Ativo Total”, especificamente: análise de tendência, valor médio do Endividamento e valor no último período. A Figura 72 exibe os dados gerados respectivos aos Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo Americanas.

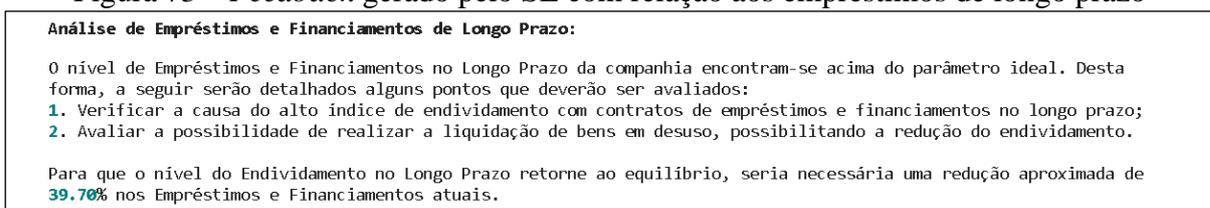
Figura 72 – Informações complementares relativas aos empréstimos de longo prazo



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação aos Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo das Lojas Americanas. É importante comentar que, o modelo cita uma série de ações a serem avaliadas com relação à anomalia identificada, bem como, especifica a meta de redução a ser realizada. No caso das Lojas Americanas o modelo recomendou uma redução de 39,70% sobre o endividamento de longo prazo, conforme visto na Figura 73.

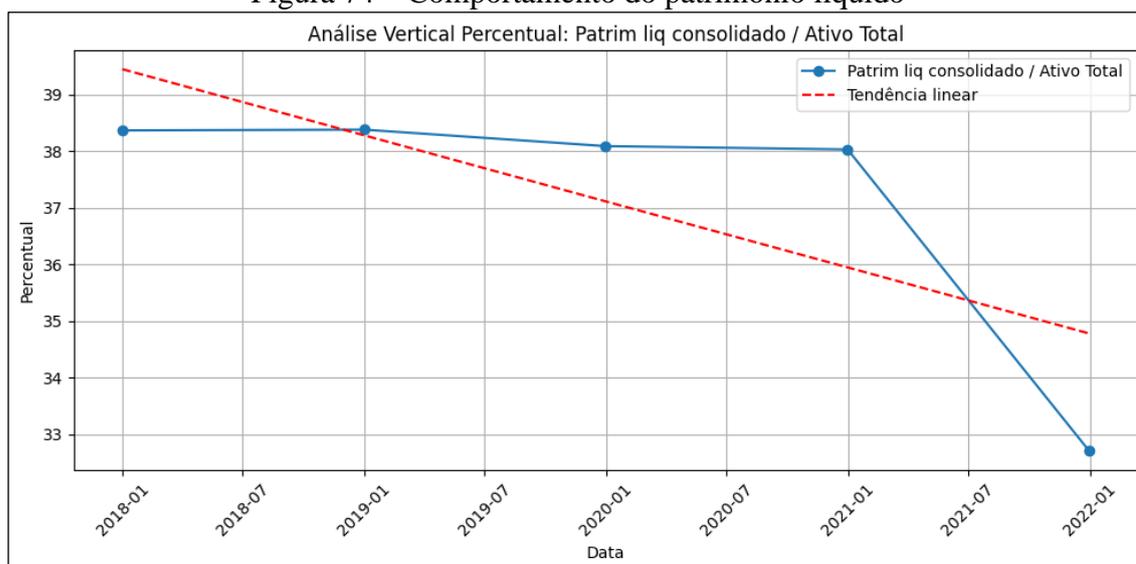
Figura 73 – *Feedback* gerado pelo SE com relação aos empréstimos de longo prazo



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise dos Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo, o sistema especialista realiza a avaliação do Patrimônio Líquido. A Figura 74 exibe o comportamento percentual do Patrimônio Líquido com relação ao Ativo Total nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta a linha de tendência da série histórica, com o intuito de auxiliar o processo de interpretação do relatório.

Figura 74 – Comportamento do patrimônio líquido



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Além da construção de um modelo de análise gráfica, o sistema especialista apresenta informações complementares em formato de texto correspondentes à relação “Patrimônio Líquido / Ativo Total”, especificamente: análise de tendência, valor médio dos Patrimônio e valor no último período. A Figura 75 exibe os dados gerados respectivos ao Patrimônio Líquido das Lojas Americanas.

Figura 75 – Informações complementares relativas ao patrimônio líquido

<p><b>Patrim liq consolidado / Ativo Total:</b></p> <p>Tendência: <b>Tendência de baixa</b></p> <p>Valor Médio: <b>37.11%</b></p> <p>Último Período: <b>32.71%</b></p>
--

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação ao Patrimônio Líquido das Lojas Americanas. Importante comentar que, o modelo cita uma série de ações a serem avaliadas com relação à anomalia identificada, conforme visto na Figura 76.

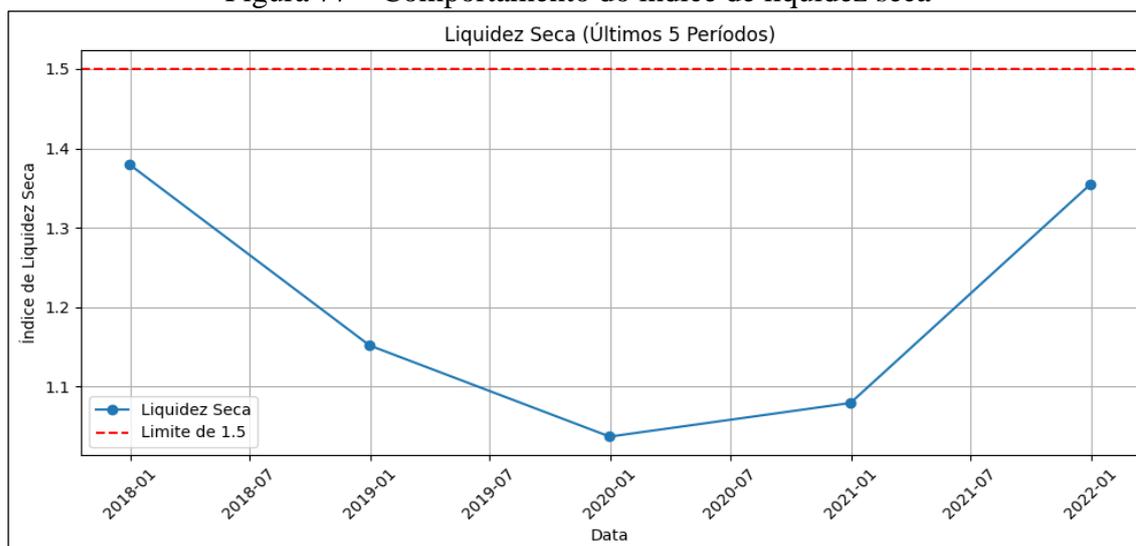
Figura 76 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao patrimônio líquido

<p><b>Análise do Patrimônio Líquido:</b></p> <p>O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;</li> <li>2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;</li> <li>3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;</li> <li>4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;</li> <li>5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;</li> <li>6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo.</li> </ol>
--

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Após a análise do Patrimônio Líquido, o sistema especialista realiza a avaliação do índice de Liquidez Seca, a fim de compreender a capacidade de cumprimento dos haveres e obrigações de curto prazo. A Figura 77 exibe o comportamento do índice de Liquidez Corrente nos períodos de 2017 a 2021. É importante observar que, o gráfico apresenta o parâmetro ideal, com relação com os índices reais nos períodos.

Figura 77 – Comportamento do índice de liquidez seca



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Por fim, o algoritmo de recomendação exibe o *feedback* gerado pelo sistema especialista com relação à análise do Índice de Liquidez Seca das Lojas Americanas. É importante comentar que, o código identificou que o índice de liquidez seca encontra-se abaixo dos parâmetros analisados, assim indicando atuar de forma ativa nas recomendações realizadas anteriormente no relatório, conforme visto na Figura 78.

Figura 78 – *Feedback* gerado pelo SE com relação ao índice de liquidez seca

A Liquidez Seca no último período (**1.35**) encontra-se abaixo dos parâmetros ideais. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie detalhadamente as recomendações citadas neste relatório

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

O presente tópico apresentou detalhadamente o resultado gerado a partir da aplicação do modelo especialista às Lojas Americanas, o qual estará disponível no Apêndice G, demais relatórios estarão disponíveis nos Apêndice H, Apêndice I e Apêndice J. Respectivo as empresas: CVC Brasil, Embraer e Lojas Renner.

### 4.2.3 Análise dos modelos de IA

Esta seção visa apresentar de forma compacta os resultados gerados pela implementação dos modelos de inteligência artificial construídos, especificamente o algoritmo preditor de insolvência e o algoritmo especialista quando aplicados às empresas Lojas Americanas, CVC

Brasil, Embraer e Lojas Renner. O Quadro 5 exibe todas as saídas produzidas pelo uso do sistema híbrido desenvolvido.

Quadro 5 – Resultado gerado pelo modelo de IA

Grupo	Insolvente						Solvente					
	Lojas Americanas			CVC Brasil			Embraer			Lojas Renner		
	2017	2021	2023	2014	2018	2020	2019	2023	2019	2023	2019	2023
Primeiro exercício analisado												
Último exercício analisado												
Apresentação do patrimônio líquido negativo	Insolvente			Insolvente			Solvente			Solvente		
Predição de risco de insolvência	84,00%			81,00%			80,00%			79,00%		
Precisão na classificação do estado de insolvência	85,89%			84,98%			84,22%			82,98%		
Curva ROC - Eficiência	Insuficiente			Insuficiente			Suficiente			Insuficiente		
Receita líquida operacional	Intervenção			Monitorar			Intervenção			Monitorar		
Custo produtos vendidos	Intervenção			Intervenção			Conformidade			Intervenção		
Despesas operacionais	Intervenção			Intervenção			Conformidade			Intervenção		
Despesas com vendas	Monitorar			Intervenção			Conformidade			Intervenção		
Despesas administrativas	Conformidade			Intervenção			Intervenção			Intervenção		
Outras despesas operacionais	Intervenção			Conformidade			Intervenção			Intervenção		
Lucro antes juros e impostos (EBIT)	Intervenção			Conformidade			Intervenção			Intervenção		
Despesas financeiras	Intervenção			Conformidade			Intervenção			Intervenção		
Lucro líquido	Intervenção			Intervenção			Intervenção			Intervenção		
Caixa gerado pela operação	Intervenção			Monitorar			Conformidade			Conformidade		
Varição líquida de caixa	Intervenção			Intervenção			Intervenção			Intervenção		
Caixa e equivalentes de caixa	Monitorar			Intervenção			Intervenção			Monitorar		
Estoques	Intervenção			Conformidade			Intervenção			Intervenção		
Imobilizado	Conformidade			Conformidade			Conformidade			Intervenção		
Total empréstimos e financiamentos (Curto Prazo)	Monitorar			Intervenção			Monitorar			Monitorar		
Total empréstimos e financiamentos (Longo Prazo)	Intervenção			Monitorar			Intervenção			Conformidade		
Patrimônio líquido consolidado	Intervenção			Intervenção			Intervenção			Conformidade		
Ponto de equilíbrio contábil	Intervenção			Intervenção			Conformidade			Intervenção		
Liquidez seca	Intervenção			Intervenção			Intervenção			Intervenção		
Total de contas em conformidade	1			4			6			3		
Total de contas que devem ser monitoradas	3			3			1			3		
Total de contas que demandam intervenções	13			11			11			12		

Fonte: elaborada pelo autor (2024)

O Quadro 5 apresenta informações relevantes sobre os diferentes períodos de análise das companhias, sendo importante destacar que, a data base de corte para análise do risco de insolvência das Lojas Americanas e CVC Brasil correspondem a 2021 e 2018. Esta definição se deve ao fato de que, em 2023 as Lojas Americanas apresentaram um Patrimônio Líquido Negativo em virtude de problemas de ordem financeira, evidenciados em noticiários Nacionais. Da mesma forma, em 2020 a CVC Brasil apresentou um Patrimônio Líquido Negativo em virtude de problemas de ordem financeira que foram potencializados por meio da crise gerada pela Covid-19, este cenário foi evidenciado em noticiários brasileiros. O Apêndice K exibe detalhadamente o código em Python respectivo a análise preditiva das quatro empresas.

É relevante observar que, a abordagem metodológica proposta apresentou uma eficiência relativamente elevada, considerando o fato de que, o modelo prevê a insolvência com 2 anos de antecedência em uma base de dados desbalanceada e multisetorial. Especificamente, uma precisão de 84% para as Lojas Americanas e 81% para a CVC Brasil, no entanto, a curva ROC não apresentou variações significativas, respectivamente 85,89% e 84,98%.

Com relação ao relatório de recomendações e intervenções geradas pelo algoritmo, o modelo apresentou uma arquitetura de sistema de *feedback* baseado em:

- a) gráficos;
- b) indicadores: construídos a partir da análise vertical;
- c) textos: construído a partir do uso de regras e parâmetros estatísticos.

Por fim, é relevante destacar que, os números de intervenções geradas tanto para as empresas insolventes quanto solventes foram semelhantes, isso representa um forte rigor na estruturação dos parâmetros do modelo. Contudo, o número de contas que apresentam uma conformidade com os parâmetros do sistema são relativamente maiores nas empresas solventes.

Tendo em vista, que as recomendações elaboradas pelo grupo de especialista possuem uma subjetividade associada. O presente estudo não irá realizar nenhum aprofundamento científico para avaliar o lastro teórico por trás do sistema, em consequência da limitação do tempo e dimensão do escopo do projeto proposto, no entanto esta condição poderá ser explorada em trabalhos futuros.

Por fim, acredita-se que o sistema baseado em IA desenvolvido subsidia de forma sólida o processo de análise de risco de insolvência com uma antecedência viável para realização de uma intervenção. Assim como, o módulo de diagnóstico fornece um relatório robusto contendo ferramentas gráficas, índices relevantes e valiosos *insights*.

## 5 CONCLUSÃO

Em um cenário empresarial cada vez mais competitivo e complexo, a identificação precoce de possíveis falhas financeiras é crucial para a sobrevivência e perpetuação das organizações. Embora os métodos de predição de insolvência tenham surgido com o intuito de auxiliar a compreensão dos fatores que contribuem para o processo de deterioração econômica das empresas, o debate científico ao longo do tempo se concentrou excessivamente na análise da "eficiência preditiva". Esta condição fez com que as aplicações se restringissem a uma única perspectiva, criando uma espécie de "bolha" metodológica.

Desta forma, com base em uma ampla pesquisa bibliográfica, o presente estudo objetivou o desenvolvimento de um modelo híbrido de IA como ferramenta de suporte à prevenção ao risco de insolvência. O modelo proposto foi concebido a partir da exploração de duas oportunidades científicas identificadas:

- a) a elaboração de modelos híbridos, compostos por diferentes técnicas inteligentes, alinhados à "tendência" metodológica sugerida por (Kumar; Ravi, 2007);
- b) o desenvolvimento de modelos de IA que não se limitem apenas em identificar precocemente o risco financeiro com eficiência, mas que também possuam a capacidade de recomendar intervenções a fim de preservar a integridade econômica do ativo empresarial.

Com relação ao objetivo geral deste trabalho, pode-se afirmar que o desenvolvimento metodológico acerca da construção de um sistema híbrido inteligente ocorreu de forma satisfatória. O módulo preditivo construído alcançou uma precisão de 95% na identificação de empresas insolventes e 94% na classificação de empresas solventes, com antecedência de dois anos, já a eficiência mensurada a partir da curva ROC corresponde a 0,865.

Além deste, o módulo de diagnóstico estruturado a partir de um SE oportunizou a avaliação de uma ampla gama de contas disponíveis nos demonstrativos de resultados do exercício, demonstrativo financeiro e balanço patrimonial, assim fornecendo um *feedback* valioso como ferramenta de suporte à alta gestão. No total, 19 grupos de contas foram avaliadas a partir das regras concebida pelos especialistas, podendo gerar um número de até 65 recomendações diferentes de intervenções de ordem financeira.

A aplicação da IA no contexto empresarial tem se tornando cada vez mais relevante, com organizações buscando diferentes maneiras de utilizar o poder do aprendizado de máquina para identificar oportunidades, melhorar suas operações e tomar decisões assertivas. Esta

pesquisa contribui de forma significativa às áreas financeiras, oferecendo uma abordagem prática e eficaz ao que tange à prevenção a falhas empresariais e gestão de negócios.

Em síntese, a integração de técnicas distintas, análise de dados avançada e *expertise* financeira possibilitou o desenvolvimento de um sistema inteligente que não se limita apenas ao suporte à tomada de decisões financeiras. A proposta de um sistema híbrido de análise preditiva e de recomendação, também fortalece a capacidade das organizações a se adaptarem a ambientes de negócios que se encontram em constante transformação, contribuindo para uma gestão empresarial mais eficiente e resiliente.

Portanto, considera-se que esta pesquisa irá ampliar a perspectiva de aplicação prática da ferramenta construída no contexto empresarial, expandindo a utilização das técnicas para além da tradicional avaliação de risco na concessão de crédito de instituições financeiras e clientes. Além disso, acredita-se que este projeto científico poderá fomentar o surgimento de uma nova geração de estudos relacionados à predição de falência, tendo em vista que o modelo propôs romper as excessivas discussões frente à eficiência matemática das técnicas preditivas.

## 5.1 OPORTUNIDADES DE TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo possui uma delimitação específica, tendo em vista que o escopo proposto é amplo. Desta forma, alguns aspectos podem ser avaliados para que oportunizem novos estudos, aperfeiçoando a estrutura proposta. Sendo assim, quatro pontos serão abordados com o intuito de gerar *insights* relevantes, são eles:

- a) desenvolvimento de um modelo segmentado: em virtude do tempo e do número limitado de empresas brasileiras que compõem o índice Ibovespa diferentemente de *New York Stock Exchange*, o presente projeto não realizou a segmentação das empresas que integram a base de aprendizado tanto do modelo preditivo, quanto do SE, condição a qual caracteriza o algoritmo como um “Modelo Conceitual Generalista”, contudo, em virtude das particularidades de cada segmento, é relevante realizar estudos direcionados a setores específicos, bem como regiões e países, atribuindo maior robustez à abordagem híbrida desenvolvida;
- b) estruturação de uma base de dados balanceada: seguindo a abordagem proposta por Horta (2010), o presente estudo fez o uso de uma base de dados assimétrica, respectivamente desbalanceada, e, esta condição pode ter afetado de forma direta a eficiência identificada a partir do método gráfico da curva ROC. Deste modo,

recomenda-se a estruturação de uma base simétrica para treinamento dos modelos preditivos, conforme recomendado por Altman (1968);

- c) informações macroeconômicas: assim como Altman (1968), Prado (2016) e Castro Junior (2003), as variáveis utilizadas na construção do modelo se limitaram a informações de ordem microeconômicas, ou seja, inerentes às personalidades jurídicas. No entanto de acordo com Altman (1968), acredita-se que novos modelos possam considerar o uso de variáveis de ordem macroeconômicas em suas estruturas, a fim de analisar o impacto gerado pelo comportamento do mercado;
- d) construção de um manual de procedimentos e intervenções financeiras: as recomendações e intervenções elaboradas pelo grupo de especialistas advém de um processo metodológico de “Aquisição de Conhecimento” realizado por meio de “Supervisão e Acompanhamento”, tendo em vista que atualmente a literatura não disponibiliza manuais de procedimentos e intervenções no setor financeiro, como visto nas áreas Médicas e de Enfermagem, como exemplo: WHO *Guidelines for Clinical Practice* e NANDA-I (*North American Nursing Diagnosis Association International*). Deste modo, recomenda-se a realização de um estudo profundo de boas práticas financeiras com o intuito de embasar a construção dos sistemas de *feedback* do modelo de recomendações de intervenções.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.C.; DUMONTIER, P. O Uso de Redes Neurais em Avaliação de Risco de Inadimplência. **Revista de Administração**, v.31, n.1, p.52-63, Universidade de São Paulo, janeiro/março de 1996.
- ALTMAN, E. I. Financial Ratios, Discriminate Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. **The Journal of Finance**, p. 589-609, 1968.
- ALTMAN, E. I.; HALDEMAN, R.G.; NARAYANAN, P. Zeta Analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations, **Journal of Banking and Finance**, v. 1, n. 1, p. 29-54, jun. 1977.
- ALVES, Í. C.; LACERDA, P. S. P.; SILVA, K. C. N.; FRIGERI, S. R.; GONÇALVES, G. R. B. **Sistemas especialistas**. Porto Alegre: Sagah, 2020.
- ANTÃO, M. G.; PERES, C. J.; MARQUES, H, M. Taxonomia da Falência e a Recuperação de Empresas – O Porquê do Insucesso. **European Journal of Applied Business Management**, Lisboa, v. 1, n. 1, p. 30-58, jul. 2018.
- ARAÚJO, A.; FUNCHAL, B. A nova lei de falências brasileira: primeiros impactos. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 191-212, jul./set. 2009.
- ARBIB, M. A. **Brains, Machines, and Mathematics**, 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1987.
- BALCAEN, S.; OOGHE, H. 35 years of studies on business failure: an overview of the classic statistical methodologies and their related problems. **Br. Account. Rev.**, v. 38, n. 1, p. 63–93, 2006.
- BALTZAN, P.; PHILLIPS, A. **Sistemas de Informação**. 1. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.
- BEAVER, W. H. Financial ratios as predictors of failure. **Journal of Accounting Research**, Chicago, v. 4, p. 71-111, 1966.
- BEAVER, W. Alternative accounting measures as predictors of failure. **The Accounting Review**, p. 112-122, 1968.
- BELLOVARY, J. L.; GIACOMINO, D. E.; AKERS, M. D. A review of bankruptcy rediction studies: 1930 to present. **Journal of Financial Education**, Madison, v. 33, n. 5, p. 1-42, 2007.
- BUCHANAN, B. G. A (Very) Brief History of Artificial Intelligence. **AI Magazine**, Califórnia, v. 6, n. 4, p. 53-60, 2006.
- BUREAU OF BUSINESS RESEARCH. A Test Analysis of Unsuccessful Industrial Companies. **Bulletin No. 31**. Urbana: University of Illinois Press, 1930.
- CASTRO JUNIOR, F. H. F. **Previsão de insolvência de empresas brasileiras usando análise discriminante, regressão logística e redes neurais**. 2003. 169 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- CHEN, K. H.; SHIMERDA, T. A. An empirical analysis of useful financial ratios. **Financial Management**, University of Nebraska, v. 10, n. 1, p. 51–60, 1981.
- CHIAVENATO, I. Empreendedorismo: Dando asas ao espírito empreendedor. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.
- COPPIN, B. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- CORRAR, L. J.; PAULO, E.; FILHO, J. M. D. **Análise multivariada: para os cursos de Administração**, Ciências Contábeis e Economia. São Paulo: Atlas, 2009.
- COZMAN, F. G. O futuro da (pesquisa em) inteligência artificial: algumas direções. **Revista USP**, São Paulo, [S. l.], n. 124, p. 11-20, mar. 2020.

CRONE, S. F.; FINLAY, S. Instance sampling in credit scoring: an empirical study of sample size and balancing. **International Journal of Forecasting**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 224-238, 2012.

DIMITRIAS, A.; ZANASKIS, S.; ZOPOUNIDIS, C. A survey of business failures with an emphasis on prediction methods and industrial applications. **European Journal of Operational Research**, v. 90, n. 3, p. 487-513, 1996.

DURKIN, J. **Expert Systems: Design and Development**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1996.

EL PAÍS - Edição Brasil no EL PAÍS: o jornal global. **Site institucional**. Disponível em: <<https://brasil.elpais.com/brasil/2020-07-19/716000-empresas-fecharam-as-portas-desde-oinicio-da-pandemia-no-brasil-segundo-o-ibge.html>>. Acesso em 25 de out. 2020.

FACELI, K.; LORENA, A. C.; GAMA, J.; ALMEIDA, T. A.; CARVALHO, A. C. P. F. **Inteligência Artificial - Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

FISHER, R. A. The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems. **Annals of Eugenics**, v. 7, n. 2, p. 179-188, 1936.

FITZPATRICK, P. A. A comparison of the ratios of the successful industrial enterprises with those of failed companies. **The Accountants Publishing Company**, v. 6, n. s/n, p. 727-731. 1932.

FLEURIET, M.; KEHDY, R.; BLANC, G. **O Modelo Fleuriet: a dinâmica financeira das empresas brasileiras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

FRANCISCO, I. A. **Inteligência artificial no local de trabalho: dimensões da sua intervenção**. 2019. 112 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) – Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2019.

FRANCO, C. R. **Inteligência artificial**. 1. ed. Indaial: UNIASSELVI, 2017.

FREITAS, C. S.; MARCELINO JÚNIOR, D. L.; TANAKA, L. C.; PIRES, D. F. Aplicação de redes neurais artificiais em sistemas de apoio para tomada de decisões, **Revista Eletrônica de Informação e Gestão Tecnológica**, v. 1, n. 1, p. 54-65, 2011.

FUCHS, K.; FUMAGALLI, L. A. W. O uso da inteligência artificial na formulação da estratégia organizacional: um estudo sobre a aplicação da computação cognitiva em empresas. **Caderno PAIC**, v. 17, n. 1, p. 27-38, 2016.

GALTON, F. Correlations and their measurement chiefly from anthropometric data, **Royal Society**. Proc., v. 45, p. 135-145, jan. 1889.

GISSEL, J. L.; GIACOMINO, D. E.; AKERS, M. D. A review of bankruptcy prediction studies: 1930-present. *J. Financ. Educ.* 33 (Winter 2007), 1-42. The author of this document, Jodi L. Gissel, published under the name Jodi L. **Bellovary at the time of publication**, 2007.

GOLDSCHMIDT, R. R. **Inteligência computacional**. Rio de Janeiro: IST-Rio, 2010.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HORTA, R. A. M. **Uma metodologia de mineração de dados para a previsão de insolvência de empresas brasileiras de capital aberto**. 2010. 151 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

HORTA, R. A. M.; ALVES, F. J. D. S.; CARVALHO, F. Seleção de atributos na previsão de insolvência: aplicação e avaliação usando dados brasileiros recentes. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 15, n. 1, p. 125-151, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Demografia das Empresas e Estatísticas de Empreendedorismo**. Disponível em:

<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/29212-com-taxa-de-sobrevivencia-de-84-1-pais-tem-saldo-negativo-de-empresas-em-2018>>. Acesso em: 25 de out. 2020.

IBPT. **Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação**. Causas de desaparecimento das micro e pequenas empresas. 2013.

IGNÁCIO, S. A. Importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão. **Revista Paraense de Desenvolvimento**, Curitiba, n.118, p.175-192, jun. 2010.

JARRAHI, M. H. Artificial intelligence and the future of work: human-AI symbiosis in organizational decision making. **Business Horizons**, North Carolina, v. 61, n. 4, p. 577– 586, ago. 2018.

JUPETIPE, F. K. N.; MARTINS, E.; MÁRIO, P. C.; CARVALHO, L. N. G. Custos de falência no Brasil comparativamente aos estudos norte-americanos. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 20-48, mai. 2017.

KAMPAKIS, Stylianos. **Performance measures: RMSE and MAE**. [S. l.], 3 jan. 2020.

Disponível em: <https://thedata scientist.com/performance-measures-rmse-mae/>. Acesso em: 16 fev. 2021.

KANITZ, S. C. Como prever falências de empresas. **Revista Negócios em Exame**, São Paulo, p. 95-102, dez. 1974.

KANITZ, S. Como prever falências. Blog do Stephen Kanitz, 9 jan. 2017. Disponível em:

<<https://blog.kanitz.com.br/prever/>>. Acesso em: 5 de jan. 2025.

KUMAR, P. R.; RAVI, V. Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques - a review. **European Journal of Operational Research**, Índia, v. 180, n. s/n, p. 1–28, 2007.

LOPES, A. B.; MARTINS, E. **Teoria da contabilidade: uma nova abordagem**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LOPES, A. B.; IUDÍCIBUS, S. **Teoria Avançada da Contabilidade**. 2. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2017.

LÓPEZ, M. R.; SÁNCHEZ, C. P.; MONELOS, P. L. Determinación del riesgo de fracaso financiero mediante la utilización de modelos paramétricos, de inteligencia artificial, y de información de auditoría. **Estudios de Economía**, Santiago, v. 41, n. 2, p. 187-217, dez. 2014.

MATEUS, R. S. Análise de insolvência empresarial: uma abordagem financeira fundamentalista com aplicação do método estatístico multivariado e da técnica discriminante. 2010. 79 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

MAZZAFERRO, J. A. E. Indústria 4.0 e a qualidade da informação. **L&TC Soldagem e Inspeção**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 1-2, mar. 2018.

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. A Logical Calculus of the Ideas Immanent in nervous Activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, v. 5, p. 115-133, 1943.

- MCKINSEY & COMPANY. Notes from the AI frontier: AI adoption advances, but foundational barriers remain, **Neil Webb**, nov. 2018.
- MIN, J.; LEE, Y. Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters. **Expert Syst. Appl.**, v.28, n. 4, p. 603–614, 2005.
- MODRO, N. R. **Sistema inteligente de monitoramento e gerenciamento financeiro para micro e pequenas empresas**. 2000. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- NIELSEN, M. A. **Neural networks and deep learning**, San Francisco, CA, USA: Determination press, v. 25, p. 15-24, 2015.
- NOGUEIRA, I. A.; CRISTOVÃO, A. M.; SILVA, K. A.; BÁLLICO, R. D. V. Impactos da implementação da Inteligência Artificial na tomada de decisão médica. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. s/n, 2018.
- ODOM, M. D.; SHARDA, R. A. Neural network model for bankruptcy prediction. **In: IJCNN INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS**, San Diego, p. 163-168, 1990.
- OHLSON, J.A. Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. **Journal of Accounting Research**, v. 18, n. 1, p.109-131, 1980.
- OLIVEIRA, V. D. **Redes neurais artificiais aplicadas à identificação de riscos de inadimplência fiscal de ICMS e ISS no Distrito Federal**. 2019. 81 p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- ORLANDI, V. F. **Redes neurais artificiais: uma contribuição ao processo de decisões financeiras e uma aplicação na previsão de insolvência das organizações**. 1997. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- PAN, W. A new Fruit Fly Optimization Algorithm: taking the financial distress model as an example. **Knowl. Based Syst.**, v. 26, n. s/n, p. 69–74, 2012.
- PEREIRA, J.; DOMÍNGUEZ, M.; OCEJO, J. Modelos de previsão do fracasso empresarial: aspetos a considerar. **Revista de Estudos Politécnicos**, Espanha, v. 4, n. 7, p. 111-148, mai. 2007.
- PEREIRA, M. J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 4. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2019.
- PEREIRA, R. C. M.; SOUSA, P. A. Fatores de mortalidade de micro e pequenas empresas: um estudo sobre o setor de serviços. In: VII SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: SEGeT, 2009.  
Disponível em:  
<[https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5943/Pereira\\_rodrigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5943/Pereira_rodrigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 06 jul. 2020.
- PEREIRA, V. S.; MARTINS, V. F. Estudos de previsão de falências – uma revisão das publicações internacionais e brasileiras de 1930 a 2015. **Revista Contemporânea de Contabilidade, Florianópolis**, v. 12, n. 26, p. 163-196, ago. 2015.
- PINCHES, G. E.; EUBANK, A. K.; MINGO, K. A.; CARUTHERS, J. K. The hierarchical classification of financial ratios. **Journal of Business Research**, 3(4): 295-310, 1975.

PODDIG, T. Bankruptcy Prediction: a comparison with discriminant analysis. In Refenes, Apostolos-Paul (Ed.), **Neural Networks in the Capital Markets**, John Wiley and Sons, pp. 311-23, 1995.

PRADO, José, Willer Do. **Risco de crédito: uma abordagem utilizando análise discriminante, regressão logística e redes neurais artificiais**. 2016. 229 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios, Economia e Mercados) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

RAMSER, J. R.; FOSTER, L. O. A Demonstration of Ratios Analysis. **Bureau of Business Research**, University of Illinois, Bulletin n. 40, 1931.

REZENDE, F. F.; MONTEZANO, R. M. S.; OLIVEIRA, F. N.; LAMEIRA, V. J. Previsão de dificuldade financeira em empresas de capital aberto. **Revista Contabilidade e Finanças**, São Paulo, v. 28, n. 75, p. 390-406, set. 2017.

REZENDE, I. C. C.; FARIAS, T. X. T.; OLIVEIRA, A. S. Aplicação dos modelos de Elizabetsky e Kanitz na previsão de falência: um estudo descritivo das melhores e maiores empresas por setor listadas na Revista Exame em 2010. **Revista Mineira de Contabilidade**, [S. l.], v. 3, n. 51, p. 35–42, 2013.

ROSS, A. R.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira – CORPORATE FINANCE**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ROSSUM, G. V.; DRAKE, F. **Python 3 Reference Manual**; CreateSpace. [S.l.]: Scotts Valley: CA, 2009.

SEBRAE. Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira. 2014.

SEGURA, M. Inteligência artificial aplicada a negócios. **Revista Inteligência Competitiva**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 101-110, set. 2018

SHARMA, S. Activation Functions in Neural Networks. **International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology**, v. 4, n. 2455-2143, p. 310-316, abr. 2020.

SHEPHERD, G. M.; KOCH, C. Introduction to synaptic circuits. **The Synaptic Organization of the Brain**, New York, p. 3-31, 1990.

SHI, Y.; LI, X. A bibliometric study on intelligent techniques of bankruptcy prediction for corporate firms. **Heliyon**, Tarragona, v. 5, n. 12, p. 1-12, mar. 2019.

SHIN, K.; LEE, T; KIM, H. An application of support vector machines in bankruptcy prediction model. **Expert Syst. Appl.**, v. 28, n. 1, p. 127–135, 2005.

SIMON, H. A. Rational Decision Making in Business Organization. **American Economic Review**, Estocolmo, v. 69, n. 22, p. 493-513, set. 1979.

STARTASE – A nova educação para o novo mundo. **Site institucional**. Disponível em: <<https://www.startse.com/noticia/nova-economia/corporate/7-empresas-gigantes-que-morreram-nos-ultimos-anos-por-nao-inovar>>. Acesso em 25 de out. 2020.

Tam, K. Y., & Kiang, M. Y. Managerial applications of neural networks: the case of bank failure predictions. **Management Science**, 38 (7), 926–947, 1992.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, Oxônia, v. 49, n. 236, p. 433-60, out. 1950.

VARELA, A.; BARBOSA, M. L. A.; FARIAS, M. G. G. Abordagem cognitiva para gestão do planejamento estratégico nas organizações. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 5, n. 2, p. 49-68, jul. 2015.

- VIEIRA, L. M. E. R.; PEREIRA, W. S.; LUTIF, J. A.; GOMES, A. M. Métodos de Previsão de Insolvência: Evolução das pesquisas brasileiras nos últimos vinte anos. **CongressoUnb de Contabilidade e Governança**, Brasília, [...], nov, 2020.
- WANG, G.; YANG, Z.; ZHANG, D.; HUANG, A.; YANG, Z. Application of Bayesian networks in analyzing tanker shipping bankruptcy risks. **Maritime Bus. Rev.**, v. 2, n. 3, p. 177–198, 2017.
- WILSON, R.; SHARDA, R. Bankruptcy prediction using neural networks. **Decis. Support Syst.**, v. 11, n. s/n, p. 545–557, 1994.
- WINAKOR, A.; SMITH, R. Changes in financial structure of unsuccessful industrial companies. **Bureau of Business Research**, Bulletin 51, University of Illinois, 1935.
- ZHANG, G. Q.; HU, M. Y.; PATUWO, B. E.; INDRO, D. C. Artificial neural networks in bankruptcy prediction: general framework and cross-validation analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 116, n. 1, p. 16–32, 1999.

## APÊNDICE A – CONJUNTO DE VARIÁVEIS DO MODELO

<b>Variáveis: Balanço Patrimonial / Demonstrativo de Resultado / Demonstrativo Financeiro</b>
Data
Ativo total
Ativo Circulante
Caixa e equivalentes de caixa
Aplicacoes financeiras
Apl fin avali vlr jus CP
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves do resultado CP
Titulos para negociacao CP
Titulos designados a valor justo CP
Outros
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves de outros resultados abrangentes CP
Apl fi aval custo amo CP
Contas a receber CP
Clientes CP
Outras contas a receb CP
Estoques
Ativos Biologicos CP
Impostos a Recuperar
Tributos cor a recuperar
Despesas pagas antecip
Outros ativos circulante
Atvs naocor mant p/venda
Operacoes Descon CP
Outros Ativos
Ativo nao circulante
Realizavel LP
Aplicacao financeira avaliada a valor justo LP
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves do resultado LP
Titulos designados a valor justo LP
Outros
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves de outros resultados abrangentes LP
Aplicacao financeira avaliada a custo amortizado LP
Contas a receber LP
Clientes LP
Out contas a cobrar LP
Estoques LP
Ativos Biologicos LP
Impostos Diferidos
IR e contr social difer
Outros

Despesas antecipadas
A receb de partes relaci
de Coligadas
de Controladas
Creditos com controlador
A rec de outr part relac
Outros ativos nao circul
Atv ncor mant p/venda LP
Operacoes Descontin LP
Outros
Investimentos
Inv em subsid e outros
Investim em coligadas
Investim em controladas
Inves em control em conj
Outr invest em empr rela
Propriedades p/ investim
Imobilizado
Em operacao
Arrendado
Imobilizacoes em Curso
Intangiveis liquido
Intangiveis
Contrato de concessao LP
Outros
Goodwill
Passivo e patrimonio liq
Passivo Circulante
Obrig sociais e trabalh
Obrigacoes sociais
Obrigac trabalhistas CP
Fornecedores CP
Nacionais
Estrangeiros
Impostos a pagar
Federais
IR e contrib social a pg
Outros
Estaduais
Municipais
Total empres e financ CP
Financiamento CP
Financ moeda nacion CP

Financ moeda estrg CP
Debentures CP
Financ por arrend financ
Outras obrigacoes CP
Passivos com partes relacionadas CP
A pagar a coligadas CP
A pagar a controladas CP
A pag a controladores CP
A pag a out part rela CP
Outros CP
Dividendos a Pagar CP
Dividendo min obrig a pg
Obr p/pg bas em acoes CP
Outros
Provisoes CP
Prov fis,pre, trab&civ CP
Provisoes Para Impostos
Prov previd e trabalh CP
Provisao por beneficios aos empregados CP
Provisoes civeis CP
Outros
Outras provisoes a curto prazo
Provisoes p/garantias CP
Prov para reestrutur CP
Prov pas ambi e desat CP
Outros
Pa s/at ncor a ve+des CP
Pas s/ ativ ncor a ve CP
Pas s/ativ oper desco CP
Passivo nao circulante
Total empres e financ LP
Financiamento LP
Financ moeda nacion LP
Financ moeda estrg LP
Debentures LP
Financ por arrend fin LP
Outras obrigacoes
Passivos com partes relacionadas LP
A pagar a coligadas LP
A pagar a controladas LP
A pag a controladores LP
A pag a out part rela LP
Outros LP

Obr p/pg bas em acoes LP
Adi p/fut aum d cap pass
Outros
Impostos Diferidos LP
IR e contri social difer
Provisoes LP
Prv fis,pre, trab&civ LP
Provisoes fiscais LP
Prov previd e trabalh LP
Provisao por beneficio a empregados
Provisoes civeis LP
Outros
Outras provisoes a longo prazo
Provisoes p/garantias LP
Prov para reestrutur LP
Prov pas ambi e desat LP
Outros
Pa s/at ncor a ve+des LP
Pas s/ ativ ncor a ve LP
Pas s/ativ oper desco LP
Lucros e receipt a apropr
Lucros a apropriar
Receitas a apropriar
Subvenc de invest a apro
Patrim liq consolidado
Part acionistas minorit
Patrimonio liquido
Capital social
Reservas de Capital
Agio na emissao de acoes
Res esp de agio na incor
Alien de bonus de subscr
Opcoes outorgadas
Acoes em tesour (re cap)
Adiant p fut aum de cap
Outros
Reservas de Reavaliacao
Reserva de Lucros
Reserva Legal
Reserva Estatutaria
Reserva p/ Contingencias
Reservas de Luc a Realz
Resv de Retencao de Luc

Resv Esp p/ Div nao Dist
Reserva de incen fiscais
Dividendo adicional prop
Acoes em tesour (re luc)
Outros
Lucros acumulados
Ajustes de aval patrimon
Ajustes acumul de conver
Outr result abrangentes
+Receita liquida operac
-Custo Produtos Vendidos
=Lucro Bruto
-Desp (receit) operac
+Despesas com Vendas
+Despesas administrativ
+Per p/ nao recuper de at
-Outras rec operacionais
+Outras Despesas Operac
-Equivalenc patrimonial
=Lucro antes jur&imp EBIT
+Resultado financeiro
+Receitas Financeiras
-Despesas Financeiras
=LAIR
-Imp renda e contrib soc
Provisao impost de rend
IR Diferido
=Lucro oper continuadas
+Operac descontinuadas
Lu ou prej liq oper desc
Ga ou pe liq s/atv op de
=Lucro Consolidado
-Partic acion minoritar
=Lucro liquido
+Caixa gerado por operac
Caixa gerado nas operac
Lucro liquido
Deprec, amortiz e exhaust
Perd(gan) var monet&camb
Perd(gan) venda atv perm
Valor contab bem vendido
Perd(gan) na equival pat
Impostos diferidos

Gan(perd) dos minorit
Out perd(gan) nao caixa
Redu(aum) em ativ e pass
Redu(aum) dupl a receber
Redu(aum) estoques
Redu(aum) outros ativos
Aum(redu) fornecedores
Aum(redu) imp e obr trab
Aum(redu) outr passivos
Out Itens do Flx Cx Oper
+Caixa gerado por invest
Compra liq de ativo perm
Compra de invest perman
Compra ativos fix e dif
Venda de ativo permanent
Dividendos recebidos
Resg (aplic) financ liq
Cx gerado(aplic) out inv
+Caixa gerado por financ
Financiament obtidos liq
Financiamentos obtidos
Financiamentos pagos
Aumento liq de capital
Aumento de capital
Reducao de capital
Dividendos pagos
Cx gerado(aplic) out fin
+Efeito Cambial
+Outras variacoes
=Variac liquida de caixa
Empresa
Classe

## APÊNDICE B – CONJUNTO DE EMPRESAS MAPEADAS ENTRE 2000 E 2023

Nome	Código	Segmento Bovespa
3r Petroleum	RRRP3	Exploração refino e distribuição
Allos	ALOS3	Exploração de imóveis
Alpargatas	ALPA4	Calçados
Am Inox BR	ACES4	-
Ambev S/A	ABEV3	Cervejas e refrigerantes
Americanas	AMER3	Produtos diversos
Anhanguera	AEDU3	-
Arcelor BR	ARCE3	-
Arezzo Co	ARZZ3	Tecidos vestuário e calçados
Assai	ASAI3	Alimentos
Atmasa	ATMP3	Serviços diversos
Azul	AZUL4	Transporte aéreo
B3	B3SA3	Serviços financeiros diversos
BR Malls Par	BRML3	Exploração de imóveis
BR Propert	BRPR3	Exploração de imóveis
Bradespar	BRAP4	Minerais metálicos
Brasil T Par	B RTP3	-
Braskem	BRKM5	Petroquímicos
BRF SA	BRFS3	Carnes e derivados
Brookfield	BISA3	-
Caemi	CMET4	-
Carrefour BR	CRFB3	Alimentos
Casas Bahia	BHIA3	Eletrodomésticos
CCR SA	CCRO3	Exploração de rodovias
Celesc	CLSC4	Energia elétrica
Cemig	CMIG4	Energia elétrica
Cetip	CTIP3	Serviços financeiros diversos
Cia Hering	HGTX3	Vestuário
Cielo	CIEL3	Serviços financeiros diversos
Cogna ON	COGN3	Serviços educacionais
Comgas	CGAS5	Gás
Copel	CPLE6	Energia elétrica
Cosan	CSAN3	Exploração refino e distribuição
Cosan Log	RLOG3	Transporte ferroviário
CPFL Energia	CPFE3	Energia elétrica
Csn Mineracao	CMIN3	Minerais metálicos
Cvc Brasil	CVCB3	Viagens e turismo
Cyrela Realt	CYRE3	Incorporações
Dasa	DASA3	Serviços médico-hospitalares análises e diagnósticos
Dexco	DXCO3	Madeira

Ecorodovias	ECOR3	Exploração de rodovias
Eletrobras	ELET3	Energia elétrica
Embraer	EMBR3	Material aeronáutico e de defesa
Embratel Part	EBTP4	-
Energias BR	ENBR3	Energia elétrica
Energisa	ENGI11	Energia elétrica
Eneva	ENEV3	Energia elétrica
Engie Brasil	EGIE3	Energia elétrica
Equatorial	EQTL3	Energia elétrica
Even	EVEN3	Incorporações
Eztec	EZTC3	Incorporações
Fibria	FIBR3	Papel e celulose
Fleury	FLRY3	Serviços médico-hospitalares análises e diagnósticos
Gafisa	GFSA3	Incorporações
Gerdau	GGBR4	Siderurgia
Gerdau Met	GOAU4	Siderurgia
Gol	GOLL4	Transporte aéreo
Grupo Natura	NTCO3	Produtos de uso pessoal
Grupo Soma	SOMA3	Tecidos vestuário e calçados
Hapvida	HAPV3	Serviços médico-hospitalares análises e diagnósticos
Hypera	HYPE3	Medicamentos e outros produtos
Iguatemi	IGTA3	Exploração de imóveis
Iguatemi SA	IGTI11	Exploração de imóveis
Intermedica	GNDI3	Serviços médico-hospitalares análises e diagnósticos
JBS	JBSS3	Carnes e derivados
JHSF Part	JHSF3	Incorporações
Klabin S/A	KLBN11	Papel e celulose
Light S/A	LIGT3	Energia elétrica
Localiza	RENT3	Aluguel de carros
Locamerica	LCAM3	Aluguel de carros
Log Com Prop	LOGG3	Exploração de imóveis
Lojas Renner	LREN3	Tecidos vestuário e calçados
Lwsa	LWSA3	Programas e serviços
Magaz Luiza	MGLU3	Eletrrodomésticos
Marcopolo	POMO4	Material rodoviário
Marfrig	MRFG3	Carnes e derivados
Meliuz	CASH3	Programas e serviços
Minerva	BEEF3	Carnes e derivados
MMX Miner	MMXM3	Minerais metálicos
MRV	MRVE3	Incorporações
Multiplan	MULT3	Exploração de imóveis
Net	NETC4	-
OGX Petroleo	OGXP3	Exploração refino e distribuição

Oi	OIBR3	Telecomunicações
P.Acucar-Cbd	PCAR3	Alimentos
PDG Realt	PDGR3	Incorporações
Petrobras	PETR4	Exploração refino e distribuição
Petrobras Distrib	BRDT4	-
Petroreca	RECV3	Exploração refino e distribuição
Petrorio	PRIO3	Exploração refino e distribuição
Petz	PETZ3	Produtos diversos
Portx	PRTX3	-
Positivo Tec	POSI3	Computadores e equipamentos
Prumo	PRML3	Serviços de apoio e armazenagem
Qualicorp	QUAL3	Serviços médico-hospitalares análises e diagnósticos
RaiaDrogasil	RADL3	Medicamentos e outros produtos
Raizen	RAIZ4	Agricultura
Rede D Or	RDOR3	Serviços médico-hospitalares análises e diagnósticos
Redecard	RDCD3	-
Rossi Resid	RSID3	Incorporações
Rumo Log	RUMO3	Transporte ferroviário
Rumo S.A.	RAIL3	Transporte ferroviário
Sabesp	SBSP3	Água e saneamento
Sanepar	SAPR11	Água e saneamento
Sao Martinho	SMTO3	Açúcar e álcool
Sid Nacional	CSNA3	Siderurgia
Sid Tubarao	CSTB4	-
SLC Agricola	SLCE3	Agricultura
Smiles	SMLS3	Programas de fidelização
Souza Cruz	CRUZ3	-
Submarino	SUBA3	-
Suzano S.A.	SUZB3	Papel e celulose
Syn Prop Tec	SYNE3	Exploração de imóveis
Taes	TAE11	Energia elétrica
Tam S/A	TAMM4	-
Telef Brasil	VIVT3	Telecomunicações
Telemar	TNLP3	-
Telemig Part	TMCP4	-
Terrasantapa	LAND3	Agricultura
Tim	TIMS3	Telecomunicações
Totvs	TOTS3	Programas e serviços
Tran Paulist	TRPL4	Energia elétrica
Ultrapar	UGPA3	Exploração refino e distribuição
Usiminas	USIM5	Siderurgia
Vale	VALE3	Minerais metálicos
Vamos	VAMO3	Aluguel de carros

Vibra	VBBR3	Exploração refino e distribuição
Weg	WEGE3	Motores compressores e outros
Yduqs Part	YDUQ3	Serviços educacionais

## APÊNDICE C – VARIÁVEIS NULAS E AUSENTES ELIMINADAS DO MODELO

<b>Variáveis Removidas do Banco de Dados – Valores ausentes &gt; 0,5</b>
Apl fin avali vlr jus CP
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves do resultado CP
Titulos para negociacao CP
Titulos designados a valor justo CP
Outros
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves de outros resultados abrangentes CP
Apl fi aval custo amo CP
Tributos cor a recuperar
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves do resultado LP
Titulos designados a valor justo LP
Outros.1
Aplicacoes financeiras avaliadas a valor justo atraves de outros resultados abrangentes LP
IR e contr social difer
Outros.2
Creditos com controlador
A rec de outr part relac
Investim em coligadas
Investim em controladas
Inves em control em conj
Outr invest em empr rela
Propriedades p/ investim
Em operação
Arrendado
Imobilizacoes em Curso
Intangiveis
Contrato de concessao LP
Outros.4
Goodwill
Obrigacoes sociais
Obrigac trabalhistas CP
Nacionais
Estrangeiros
Federais
IR e contrib social a pg
Outros.5
Estaduais
Municipais
Financ moeda nacion CP
Financ moeda estrg CP
A pagar a coligadas CP

A pagar a controladas CP
A pag a controladores CP
A pag a out part rela CP
Financ moeda nacion LP
Financ moeda estrg LP
A pagar a coligadas LP
A pagar a controladas LP
A pag a controladores LP
A pag a out part rela LP
Prv fis,pre,trab&civ LP
Provisoes fiscais LP
Prov previd e trabalh LP
Provisao por beneficio a empregados
Provisoes civeis LP
Outros.10
Outras provisoes a longo prazo
Provisoes p/garantias LP
Prov para reestrutur LP
Prov pas ambi e desat LP
Outros.11
Agio na emissao de acoes
Res esp de agio na incor
Alien de bonus de subscr
Opcoes outorgadas
Acoes em tesour (re cap)
Outros.12
Reserva de incen fiscais
Dividendo adicional prop
Acoes em tesour (re luc)
Outros.13
Desp (receit) operac
+Per p/ nao recuper de at
Outras rec operacionais
+Outras Despesas Operac
Lu ou prej liq oper desc
Ga ou pe liq s/atv op de

## APÊNDICE D – VARIÁVEIS CORRELACIONADAS ELIMINADAS

<b>Pares de Variáveis com Correlação Acima de 0,9</b>	<b>Person</b>
Cientes CP e Contas a receber CP	0,99
Contas a receber CP e Cientes CP	0,99
Cientes LP e Contas a receber LP	1,00
Contas a receber LP e Cientes LP	1,00
Outros.3 e Outros ativos nao circul	1,00
Outros ativos nao circul e Outros.3	1,00
Inv em subsid e outros e Investimentos	1,00
Investimentos e Inv em subsid e outros	1,00
Financiamento CP e Total empres e financ CP	0,95
Total empres e financ CP e Financiamento CP	0,95
Financ por arrend fin LP e Financ por arrend financ	0,90
Financ por arrend financ e Financ por arrend fin LP	0,90
Outros CP e Outras obrigacoes	0,92
Outras obrigacoes CP e Outros CP	0,92
Outros.6 e Outras obrigacoes CP	0,91
Outras obrigacoes CP e Outros.6	0,91
Outras provisoes a curto prazo e Provisoes CP	0,90
Provisoes CP e Outras provisoes a curto prazo	0,90
Provisoes civeis CP e Prov fis,pre, trab&civ CP	0,97
Prov fis,pre, trab&civ CP e Provisoes civeis CP	0,97
Outros.8 e Outras provisoes a curto prazo	1,00
Outras provisoes a curto prazo e Outros.8	1,00
Financiamento LP e Total empres e financ LP	0,98
Total empres e financ LP e Financiamento LP	0,98
Outros.9 e Outros LP	1,00
Outros LP e Outros.9	1,00
IR e contri social difer e Impostos Diferidos LP	1,00
Impostos Diferidos LP e IR e contri social difer	1,00
Perd(gan) na equival pat e -Equivalenc patrimonial	-0,98
-Equivalenc patrimonial e Perd(gan) na equival pat	-0,98
=LAIR e =Lucro oper continuadas	0,99
=Lucro oper continuadas e =LAIR	0,99
=Lucro Consolidado e =Lucro oper continuadas	0,96
=Lucro oper continuadas e =Lucro Consolidado	0,96
=Lucro liquido e =Lucro oper continuadas	0,96
=Lucro oper continuadas e =Lucro liquido	0,96
Lucro liquido e =Lucro oper continuadas	0,98
=Lucro oper continuadas e Lucro liquido	0,98
=Lucro liquido e =Lucro Consolidado	1,00
=Lucro Consolidado e =Lucro liquido	1,00

Aumento de capital e Aumento liq de capital	0,98
Aumento liq de capital e Aumento de capital	0,98

## APÊNDICE E – ESTRUTURA DE RECOMENDAÇÕES E SAÍDAS DO SE

Indicadores	Saídas
Receita líquida operacional	<p>A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Queda, desta forma é importante realizar algumas ações para preservar a integridade econômica da operação, são elas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliar a redução de custos e despesas fixas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado;</li> <li>2. Realizar a revisão dos preços praticados, com intenção de criar políticas que aumentem a competitividade no mercado;</li> <li>3. Avaliar a possibilidade de realizar ações promocionais para promover o crescimento da Receita;</li> <li>4. Realizar a revisão do planejamento comercial, especificamente diversificação de produtos, expansão de mercado e segmentação.</li> </ol>
	<p>A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio contido neste relatório.</p>

Custo produtos vendidos	<p>É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;</li> <li>2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;</li> <li>3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;</li> <li>4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;</li> <li>5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.</li> </ol> <p>Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.</p> <p>Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.</p>
	<p>Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.</p>
	<p>Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.</p>

Despesas operacionais	<p>É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);</li> <li>2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);</li> <li>3. Revisar contratos de seguros;</li> <li>4. Revisar estrutura de pessoas;</li> <li>5. Análisar custos relacionados a consumo de energia;</li> <li>6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;</li> <li>7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.</li> </ol> <p>Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais. Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.</p>
	<p>As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Operacionais para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.</p>
	<p>As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.</p>

Despesas com vendas	<p>É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar as comissões de vendas;</li> <li>2. Analisar despesas com marketing;</li> <li>3. Avaliar despesas com feiras e eventos;</li> <li>4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;</li> <li>5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;</li> <li>6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.</li> </ol> <p>Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais. Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.</p>
	<p>As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas com Vendas para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa."</p>
	<p>As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.</p>
Despesas administrativas	<p>É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);</li> <li>2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);</li> <li>3. Revisar contratos de seguros;</li> <li>4. Revisar estrutura de backoffice;</li> <li>5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.</li> </ol> <p>Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais. Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.</p>

	As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.
	As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.
Outras despesas operacionais	<p>É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio.</p> <p>Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais. Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.</p>
	As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Outras Despesas Operacionais para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.
	As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.
Lucro antes juros e impostos (EBIT)	Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros ideais. Reavalie as contas a seguir:
	A operação encontra-se sobre controle, apresentando um Lucro antes de Juros e Imposto de Renda dentro dos parâmetros ideais.

Despesas financeiras	<p>A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliar o custo com capital de terceiros;</li> <li>2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;</li> <li>3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;</li> <li>4. Análisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estrutura com menores custos e despesas financeiras;</li> <li>5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.</li> </ol> <p>Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais. Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.</p>
	As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Financeiras para que o mesmo não afete diretamente o resultado líquido.
	As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.
Lucro líquido	O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.
	O Lucro Líquido encontra-se dentro dos parâmetros ideais, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.
	O Lucro Líquido encontra-se sobre controle, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado.
Caixa gerado pela operação	A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

	<p>A capacidade de Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.</p>
<p>Variação líquida de caixa</p>	<p>A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas."</p>
	<p>A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.</p>
	<p>A Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.</p>
	<p>A Variação de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.</p>
<p>Caixa e equivalentes de caixa</p>	<p>A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;</li> <li>2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;</li> <li>3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa;</li> <li>4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie o alongamento dos prazos.</li> </ol>

	<p>A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros ideais, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.</p>
Estoques	<p>A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, investimentos e endividamento para que as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.</p>
	<p>O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;</li> <li>2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;</li> <li>3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;</li> <li>4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.</li> </ol> <p>Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% dos ativos atuais.</p>
	<p>O volume de Produtos em Estoque encontram-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.</p>
	<p>O volume de Produtos em Estoque encontram-se sob controle, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.</p>

<p style="text-align: center;">Imobilizado</p>	<p>Os Bens Imobilizados da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa;</li> <li>2. Reavaliar o processo de tomada de decisão frente à alta imobilização de recursos financeiros;</li> <li>3. Implementar ferramentas para subsidiar a análise de investimentos;</li> <li>4. Avaliar a possibilidade de evitar a imobilização do recurso financeiro frente à possibilidade de realização de contratos de leasing e locação.</li> </ol> <p>Para que os Bens Imobilizados retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% dos ativos atuais.</p>
	<p>Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros ideais, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os orçamentos e investimentos.</p>
	<p>Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros ideais, monitore os orçamentos e investimentos.</p>
<p style="text-align: center;">Total empréstimos e financiamentos (Curto Prazo)</p>	<p>O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no curto prazo;</li> <li>2. Avaliar a possibilidade de reestruturar os contratos de empréstimos e financiamentos alongando a dívida;</li> <li>3. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa e consequentemente reduzir o endividamento.</li> </ol> <p>Para que o nível do Endividamento no Curto Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais.</p>
	<p>O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros ideais, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.</p>

	<p>O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros ideais, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.</p>
<p>Total empréstimos e financiamentos (Longo Prazo)</p>	<p>O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no longo prazo;</li> <li>2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do endividamento.</li> </ol> <p>Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais.</p> <p>O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros ideais, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.</p> <p>O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros ideais, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.</p>
<p>Patrimônio líquido consolidado</p>	<p>O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;</li> <li>2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;</li> <li>3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;</li> <li>4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;</li> <li>5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;</li> <li>6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo.</li> </ol> <p>O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros ideais, no entanto apresenta Tendência de Queda, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.</p>

	O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros ideais, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.
Ponto de equilíbrio contábil	A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período. últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em {abaixo_pe_anterior} de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial, com o intuito de alavancar as Receitas.
	empresa não esteve abaixo do ponto de equilíbrio em nenhum dos últimos 5 períodos, sendo assim, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado.
	A empresa encontra-se acima do ponto de equilíbrio no último período.
Liquidez seca	A Liquidez Seca no último período ( $\{liquidez\_seca\_ultimo:.2f\}$ ) encontra-se abaixo dos parâmetros ideais. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie detalhadamente as recomendações citadas neste relatório.
	A Liquidez Seca no último período ( $\{liquidez\_seca\_ultimo:.2f\}$ ) encontra-se dentro dos parâmetros ideais.

## Legenda



Intervenção - Recomendações



Monitoramento - Alerta

*Feedback* Positivo

## APÊNDICE F – SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS PARA TREINAMENTO DA RNA

```

#estatistica
#estatistica
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.stats import f_oneway
#stepwis
import statsmodels.api as sm
from sklearn.datasets import make_regression
#RNA
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, roc_auc_score
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

```

### 5.2 RNA - SINCRONIZADO

In [44]:

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, roc_auc_score
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes
dependent_var = 'Classe'
selected_features = [
    'Lucros acumulados',
    'Capital social',
    'Despesas pagas antecip',
    'Outros Ativos',
    'Intangíveis líquido',
    '=Lucro antes jur&imp EBIT',
    'Resv de Retencao de Luc',
    '+Outras variacoes',
    'Aum(redu) outr passivos',
    'Outras provisoes a curto prazo',
    'Obrig sociais e trabalh',
    'Outr result abrangentes',
    'Outros LP',
    'Ativos Biologicos CP',

```

```

        'Valor contab bem vendido',
        '-Despesas Financeiras',
        'Passivo nao circulante',
        'Estoques',
        'Dividendo min obrig a pg',
        'Investimentos'
    ]

# Preparar os dados
X = df[independent_vars].fillna(0)
y = df[dependent_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

# Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Normalizar os dados
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

# Construir o modelo de RNA
model = Sequential()
model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(16, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

# Compilar o modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
metrics=['accuracy'])

# Treinar o modelo
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2, verbose=1)

# Avaliar o modelo no conjunto de teste
y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

# Calcular e imprimir métricas de avaliação
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_test, y_pred))
print("Confusion Matrix:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))
Epoch 1/50
C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87: UserWarning: Do not pass an `input_shape`/`input_dim` argument to a layer. When using Sequential models, prefer using an `Input(shape)` object as the first layer in the model instead.
  super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
43/43 ————— 1s 6ms/step - accuracy: 0.8906 - loss: 0.3725 - val_accuracy: 0.8754 - val_loss: 0.2993
Epoch 2/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9021 - loss: 0.2580 - val_accuracy: 0.9169 - val_loss: 0.2347
Epoch 3/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9222 - loss: 0.1935 - val_accuracy: 0.9347 - val_loss: 0.1987
Epoch 4/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9325 - loss: 0.1684 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1735
Epoch 5/50

```

```

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9537 - loss: 0.1354 - v
al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1501
Epoch 6/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9678 - loss: 0.1121 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1358
Epoch 7/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9740 - loss: 0.1037 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1237
Epoch 8/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9784 - loss: 0.0718 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1175
Epoch 9/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9721 - loss: 0.0808 - v
al_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1203
Epoch 10/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9817 - loss: 0.0730 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1188
Epoch 11/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9857 - loss: 0.0624 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1151
Epoch 12/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9880 - loss: 0.0561 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1138
Epoch 13/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9875 - loss: 0.0540 - v
al_accuracy: 0.9674 - val_loss: 0.1175
Epoch 14/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9888 - loss: 0.0495 - v
al_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1147
Epoch 15/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9884 - loss: 0.0453 - v
al_accuracy: 0.9674 - val_loss: 0.1137
Epoch 16/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9841 - loss: 0.0505 - v
al_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1134
Epoch 17/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9825 - loss: 0.0590 - v
al_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1191
Epoch 18/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9890 - loss: 0.0442 - v
al_accuracy: 0.9674 - val_loss: 0.1183
Epoch 19/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9887 - loss: 0.0337 - v
al_accuracy: 0.9703 - val_loss: 0.1170
Epoch 20/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9937 - loss: 0.0322 - v
al_accuracy: 0.9703 - val_loss: 0.1248
Epoch 21/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9880 - loss: 0.0507 - v
al_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1204
Epoch 22/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9894 - loss: 0.0331 - v
al_accuracy: 0.9674 - val_loss: 0.1213
Epoch 23/50
43/43 ————— 0s 4ms/step - accuracy: 0.9946 - loss: 0.0276 - v
al_accuracy: 0.9703 - val_loss: 0.1175
Epoch 24/50

```

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9896 - loss: 0.0427 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1189  
 Epoch 25/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9938 - loss: 0.0276 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1176  
 Epoch 26/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9924 - loss: 0.0294 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1173  
 Epoch 27/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9924 - loss: 0.0312 - v  
 al\_accuracy: 0.9674 - val\_loss: 0.1252  
 Epoch 28/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9927 - loss: 0.0288 - v  
 al\_accuracy: 0.9674 - val\_loss: 0.1230  
 Epoch 29/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9917 - loss: 0.0261 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1330  
 Epoch 30/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9819 - loss: 0.0512 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1240  
 Epoch 31/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9933 - loss: 0.0347 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1318  
 Epoch 32/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9936 - loss: 0.0232 - v  
 al\_accuracy: 0.9674 - val\_loss: 0.1275  
 Epoch 33/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9915 - loss: 0.0356 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1182  
 Epoch 34/50

**43/43** ————— **0s** 4ms/step - accuracy: 0.9939 - loss: 0.0244 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1210  
 Epoch 35/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9913 - loss: 0.0317 - v  
 al\_accuracy: 0.9674 - val\_loss: 0.1377  
 Epoch 36/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9873 - loss: 0.0470 - v  
 al\_accuracy: 0.9674 - val\_loss: 0.1374  
 Epoch 37/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9915 - loss: 0.0341 - v  
 al\_accuracy: 0.9733 - val\_loss: 0.1264  
 Epoch 38/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9941 - loss: 0.0267 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1267  
 Epoch 39/50

**43/43** ————— **0s** 2ms/step - accuracy: 0.9944 - loss: 0.0211 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1265  
 Epoch 40/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9926 - loss: 0.0241 - v  
 al\_accuracy: 0.9703 - val\_loss: 0.1307  
 Epoch 41/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9955 - loss: 0.0203 - v  
 al\_accuracy: 0.9733 - val\_loss: 0.1403  
 Epoch 42/50

**43/43** ————— **0s** 3ms/step - accuracy: 0.9946 - loss: 0.0267 - v  
 al\_accuracy: 0.9733 - val\_loss: 0.1323  
 Epoch 43/50

```

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9895 - loss: 0.0296 - v
al_accuracy: 0.9733 - val_loss: 0.1458
Epoch 44/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9897 - loss: 0.0351 - v
al_accuracy: 0.9703 - val_loss: 0.1485
Epoch 45/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9952 - loss: 0.0217 - v
al_accuracy: 0.9733 - val_loss: 0.1354
Epoch 46/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9944 - loss: 0.0232 - v
al_accuracy: 0.9733 - val_loss: 0.1451
Epoch 47/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9951 - loss: 0.0218 - v
al_accuracy: 0.9733 - val_loss: 0.1408
Epoch 48/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9955 - loss: 0.0194 - v
al_accuracy: 0.9733 - val_loss: 0.1440
Epoch 49/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9918 - loss: 0.0267 - v
al_accuracy: 0.9733 - val_loss: 0.1474
Epoch 50/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9947 - loss: 0.0199 - v
al_accuracy: 0.9703 - val_loss: 0.1675
14/14 ————— 0s 4ms/step

```

```

Classification Report:
      precision    recall  f1-score   support

     0       0.98     0.71     0.82     65
     1       0.95     1.00     0.97    357

 accuracy              0.95    422
 macro avg           0.96    0.85    0.90    422
 weighted avg       0.95    0.95    0.95    422

Confusion Matrix:
[[ 46 19]
 [ 1 356]]
AUC-ROC Score: 0.8524455936220642

```

## 5.3 RNA - 1 ANO DE ANTECEDÊNCIA

In [33]:

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, roc_auc_score
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (1)')

```

```

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes
dependent_var = 'Classe'
selected_features = [
    'Lucros acumulados',
    'Capital social',
    'Despesas pagas antecip',
    'Outros Ativos',
    'Intangíveis líquido',
    '=Lucro antes jur&imp EBIT',
    'Resv de Retencao de Luc',
    '+Outras variacoes',
    'Aum(redu) outr passivos',
    'Outras provisoes a curto prazo',
    'Obrig sociais e trabalh',
    'Outr result abrangentes',
    'Outros LP',
    'Ativos Biologicos CP',
    'Valor contab bem vendido',
    '-Despesas Financeiras',
    'Passivo nao circulante',
    'Estoques',
    'Dividendo min obrig a pg',
    'Investimentos'
]

# Preparar os dados
X = df[independent_vars].fillna(0)
y = df[dependent_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

# Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Normalizar os dados
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

# Construir o modelo de RNA
model = Sequential()
model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(16, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

# Compilar o modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
metrics=['accuracy'])

# Treinar o modelo
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2, verbose=1)

# Avaliar o modelo no conjunto de teste
y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

# Calcular e imprimir métricas de avaliação
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_test, y_pred))

```

```

print("Confusion Matrix:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))
Epoch 1/50
C:\Users\ever\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87: UserWarning: Do not pass an `input_shape`/`input_dim` argument to a layer. When using Sequential models, prefer using an `Input(shape)` object as the first layer in the model instead.
  super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
43/43 ————— 1s 6ms/step - accuracy: 0.5851 - loss: 0.6824 - val_accuracy: 0.8961 - val_loss: 0.3596
Epoch 2/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.8848 - loss: 0.3480 - val_accuracy: 0.9199 - val_loss: 0.2688
Epoch 3/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9194 - loss: 0.2596 - val_accuracy: 0.9258 - val_loss: 0.2224
Epoch 4/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9232 - loss: 0.2174 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1944
Epoch 5/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9393 - loss: 0.1790 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1730
Epoch 6/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9451 - loss: 0.1558 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1579
Epoch 7/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9460 - loss: 0.1519 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1460
Epoch 8/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9647 - loss: 0.1219 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1386
Epoch 9/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9733 - loss: 0.1049 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1285
Epoch 10/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9661 - loss: 0.1081 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1241
Epoch 11/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9676 - loss: 0.1008 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1196
Epoch 12/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9754 - loss: 0.0826 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1179
Epoch 13/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9721 - loss: 0.0833 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1140
Epoch 14/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9792 - loss: 0.0725 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1129
Epoch 15/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9779 - loss: 0.0771 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1106
Epoch 16/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9678 - loss: 0.0829 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1136
Epoch 17/50

```

```

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9806 - loss: 0.0667 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1071
Epoch 18/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9799 - loss: 0.0673 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1083
Epoch 19/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9782 - loss: 0.0612 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1099
Epoch 20/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9787 - loss: 0.0599 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1030
Epoch 21/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9838 - loss: 0.0591 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1011
Epoch 22/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9865 - loss: 0.0492 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1000
Epoch 23/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9893 - loss: 0.0447 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1041
Epoch 24/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9830 - loss: 0.0542 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1105
Epoch 25/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9810 - loss: 0.0640 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1008
Epoch 26/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9832 - loss: 0.0490 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1039
Epoch 27/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9825 - loss: 0.0579 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1085
Epoch 28/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9868 - loss: 0.0398 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0966
Epoch 29/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9819 - loss: 0.0542 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0968
Epoch 30/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9870 - loss: 0.0483 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0981
Epoch 31/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9643 - loss: 0.0776 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1098
Epoch 32/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9862 - loss: 0.0442 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0999
Epoch 33/50
43/43 ————— 0s 4ms/step - accuracy: 0.9894 - loss: 0.0367 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1069
Epoch 34/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9882 - loss: 0.0394 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.0991
Epoch 35/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9835 - loss: 0.0507 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0960
Epoch 36/50

```

```

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9870 - loss: 0.0447 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.0940
Epoch 37/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9883 - loss: 0.0449 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1002
Epoch 38/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9894 - loss: 0.0336 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1068
Epoch 39/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9878 - loss: 0.0298 - v
al_accuracy: 0.9674 - val_loss: 0.1006
Epoch 40/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9867 - loss: 0.0448 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1243
Epoch 41/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9877 - loss: 0.0423 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1278
Epoch 42/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9841 - loss: 0.0467 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0978
Epoch 43/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9914 - loss: 0.0342 - v
al_accuracy: 0.9674 - val_loss: 0.0994
Epoch 44/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9921 - loss: 0.0313 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0988
Epoch 45/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9894 - loss: 0.0296 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1083
Epoch 46/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9859 - loss: 0.0407 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1082
Epoch 47/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9873 - loss: 0.0369 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.0969
Epoch 48/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9918 - loss: 0.0277 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1263
Epoch 49/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9866 - loss: 0.0429 - v
al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1045
Epoch 50/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9880 - loss: 0.0382 - v
al_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.0990
14/14 ————— 0s 5ms/step

```

```

Classification Report:
      precision  recall  f1-score  support

   0    0.95    0.74    0.83     72
   1    0.95    0.99    0.97    350

 accuracy                0.95    422
 macro avg    0.95    0.86    0.90    422
 weighted avg    0.95    0.95    0.95    422

Confusion Matrix:
[[ 53  19]
 [  3 347]]
AUC-ROC Score: 0.8637698412698414

```

## 5.4 RNA - 2 ANOS DE ANTECEDÊNCIA

In [37]:

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, roc_auc_score
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (2)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes
dependent_var = 'Classe'
selected_features = [
    'Lucros acumulados',
    'Capital social',
    'Despesas pagas antecip',
    'Outros Ativos',
    'Intangíveis líquido',
    '=Lucro antes jur&imp EBIT',
    'Resv de Retencao de Luc',
    '+Outras variacoes',
    'Aum(redu) outr passivos',
    'Outras provisoes a curto prazo',
    'Obrig sociais e trabalh',
    'Outr result abrangentes',
    'Outros LP',
    'Ativos Biologicos CP',
    'Valor contab bem vendido',
    '-Despesas Financeiras',
    'Passivo nao circulante',
    'Estoques',
    'Dividendo min obrig a pg',

```

```

]
'Investimentos'

]

# Preparar os dados
X = df[independent_vars].fillna(0)
y = df[dependent_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

# Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Normalizar os dados
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

# Construir o modelo de RNA
model = Sequential()
model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(16, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

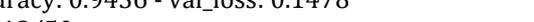
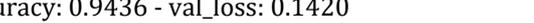
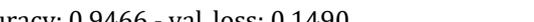
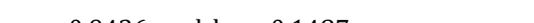
# Compilar o modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
metrics=['accuracy'])

# Treinar o modelo
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2, verbose=1)

# Avaliar o modelo no conjunto de teste
y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

# Calcular e imprimir métricas de avaliação
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_test, y_pred))
print("Confusion Matrix:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))
Epoch 1/50
C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87: UserWarning: Do not pass an `input_shape`/`input_dim` argument to a layer. When using Sequential models, prefer using a n `Input(shape)` object as the first layer in the model instead.
  super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
43/43 ————— 1s 6ms/step - accuracy: 0.8579 - loss: 0.4635 - val_accuracy: 0.8516 - val_loss: 0.3429
Epoch 2/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.8707 - loss: 0.2987 - val_accuracy: 0.8754 - val_loss: 0.2772
Epoch 3/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9051 - loss: 0.2354 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2277
Epoch 4/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9168 - loss: 0.2017 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1980
Epoch 5/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9423 - loss: 0.1633 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1761
Epoch 6/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9506 - loss: 0.1540 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1669

```

Epoch 7/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9583 - loss: 0.1302 - v
	al_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1601	
Epoch 8/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9586 - loss: 0.1204 - v
	al_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1625	
Epoch 9/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9617 - loss: 0.1154 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1437	
Epoch 10/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 4ms/step - accuracy: 0.9607 - loss: 0.1158 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1455	
Epoch 11/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9642 - loss: 0.1125 - v
	al_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1448	
Epoch 12/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9725 - loss: 0.0834 - v
	al_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1478	
Epoch 13/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9787 - loss: 0.0797 - v
	al_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1420	
Epoch 14/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9768 - loss: 0.0755 - v
	al_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1499	
Epoch 15/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9730 - loss: 0.0809 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1490	
Epoch 16/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9805 - loss: 0.0710 - v
	al_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1487	
Epoch 17/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9812 - loss: 0.0641 - v
	al_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1654	
Epoch 18/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9800 - loss: 0.0642 - v
	al_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1356	
Epoch 19/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9805 - loss: 0.0667 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1402	
Epoch 20/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 2ms/step - accuracy: 0.9782 - loss: 0.0665 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1515	
Epoch 21/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9832 - loss: 0.0644 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1380	
Epoch 22/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9809 - loss: 0.0596 - v
	al_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1382	
Epoch 23/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9818 - loss: 0.0562 - v
	al_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1396	
Epoch 24/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9806 - loss: 0.0612 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1491	
Epoch 25/50	<b>43/43</b> 	<b>0s</b> 3ms/step - accuracy: 0.9767 - loss: 0.0668 - v
	al_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1409	

Epoch 26/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9802 - loss: 0.0593 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1409
Epoch 27/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9839 - loss: 0.0502 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1538
Epoch 28/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9830 - loss: 0.0565 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1892
Epoch 29/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9858 - loss: 0.0446 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1375
Epoch 30/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9852 - loss: 0.0540 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1394
Epoch 31/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9799 - loss: 0.0581 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.2311
Epoch 32/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9818 - loss: 0.0628 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1551
Epoch 33/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9910 - loss: 0.0434 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1434
Epoch 34/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9885 - loss: 0.0461 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1670
Epoch 35/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9858 - loss: 0.0412 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1471
Epoch 36/50	<b>43/43</b> 	0s 2ms/step - accuracy: 0.9809 - loss: 0.0484 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1534
Epoch 37/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9879 - loss: 0.0392 - val_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1437
Epoch 38/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9686 - loss: 0.0654 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1515
Epoch 39/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9819 - loss: 0.0457 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1460
Epoch 40/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9919 - loss: 0.0391 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1492
Epoch 41/50	<b>43/43</b> 	0s 2ms/step - accuracy: 0.9801 - loss: 0.0586 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1845
Epoch 42/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9888 - loss: 0.0405 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1626
Epoch 43/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9886 - loss: 0.0375 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1532
Epoch 44/50	<b>43/43</b> 	0s 3ms/step - accuracy: 0.9886 - loss: 0.0381 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1556

```

Epoch 45/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9919 - loss: 0.0331 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1527
Epoch 46/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9854 - loss: 0.0427 - v
al_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1619
Epoch 47/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9837 - loss: 0.0408 - v
al_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1512
Epoch 48/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9824 - loss: 0.0488 - v
al_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1717
Epoch 49/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9867 - loss: 0.0373 - v
al_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1727
Epoch 50/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9800 - loss: 0.0519 - v
al_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1826
14/14 ————— 0s 3ms/step

```

Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	0.74	0.83	81
1	0.94	0.99	0.97	341
accuracy			0.94	422
macro avg	0.95	0.87	0.90	422
weighted avg	0.94	0.94	0.94	422

Confusion Matrix:

```
[[ 60 21]
 [ 3 338]]
```

AUC-ROC Score: 0.8659715433908982

## APÊNDICE G – SISTEMA ESPECIALISTA LOJAS AMERICANAS

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

### 5.5 ANÁLISE DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

In [8]:

```
# Função para calcular a análise vertical percentual das relações
def analise_vertical(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular as relações percentuais
    df_analise = pd.DataFrame()
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
    df_analise['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Custo Produtos
Vendidos'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Desp (recept)
operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas com
Vendas'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas
administrativ'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Outras
Despesas Operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro antes
jur&imp EBIT'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Despesas
Financeiras'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro liquido'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Caixa gerado por operac'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Variac liquida de
caixa'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100

    return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical(df_analise):
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
```

```

]

for var in variaveis:
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

    # Adicionar análise de tendência linear
    X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
    y = df_analise[var].values
    model = sm.OLS(y, X).fit()
    tendencia = model.predict(X)
    plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

    plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Percentual')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência
def diagnostico_tendencia(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
    ]
]

for var in variaveis:
    y = df_analise[var].values
    tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"
    valor_medio = y.mean()
    valor_ultimo_periodo = y[-1]
    diagnosticos[var] = {
        "Tendência": tendencia,
        "Valor Médio": valor_medio,
        "Último Período": valor_ultimo_periodo
    }

return diagnosticos

# Função para plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos com tendência
def plot_receita_liquida(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['+Receita líquida operac'], marker='o', label='+Receita líquida operac')

    # Adicionar análise de tendência linear

```

```

X = sm.add_constant(range(len(df_ultimos_5)))
y = df_ultimos_5['+Receita liquida operac'].values
model = sm.OLS(y, X).fit()
tendencia = model.predict(X)
plt.plot(df_ultimos_5['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

plt.title('Receita Líquida Operacional (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Valor Absoluto')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

return model

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert(df_analise, receita_tendencia, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação da Receita Líquida Operacional
    if receita_tendencia == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("""A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Queda, desta forma é importante realizar algumas ações para preservar a integridade econômica da operação, são elas:
1. Avaliar a redução de custos e despesas fixas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado;
2. Realizar a revisão dos preços praticados, com intenção de criar políticas que aumentem a competitividade no mercado;
3. Avaliar a possibilidade de realizar ações promocionais para promover o crescimento da Receita;
4. Realizar a revisão do planejamento comercial, especificamente diversificação de produtos, expansão de mercado e segmentação.""")

    # Avaliação do Custo dos Produtos Vendidos
    custo_produtos_vendidos = diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']
    if custo_produtos_vendidos['Último Período'] > 50:
        excesso = custo_produtos_vendidos['Último Período'] - 50
        reducao_percentual = (excesso / custo_produtos_vendidos['Último Período']) * 100

        mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
        mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;
2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;
3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;

```

4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;

5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```
elif custo_produtos_vendidos['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
```

```
    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
```

```
    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")
```

```
# Avaliação das Despesas Operacionais
```

```
despesas_operacionais = diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
```

```
if despesas_operacionais['Último Período'] > 15:
```

```
    excesso = despesas_operacionais['Último Período'] - 15
```

```
    reducao_percentual = (excesso / despesas_operacionais['Último Período']) * 100
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
```

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);

2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);

3. Revisar contratos de seguros;

4. Revisar estrutura de pessoas;

5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;

6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;

7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```
elif despesas_operacionais['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Operacionais para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")
```

```
# Avaliação das Despesas com Vendas
```

```
despesas_vendas = diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']
```

```
if despesas_vendas['Último Período'] > 10:
```

```
    excesso = despesas_vendas['Último Período'] - 10
```

```
    reducao_percentual = (excesso / despesas_vendas['Último Período']) * 100
```

```

mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
elif despesas_vendas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas com Vendas para que o mesmo não afete diretamente o
resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação das Despesas Administrativas
despesas_administrativas = diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']
if despesas_administrativas['Último Período'] > 10:
    excesso = despesas_administrativas['Último Período'] - 10
    reducao_percentual = (excesso / despesas_administrativas['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico –
Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de backoffice;
5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
elif despesas_administrativas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é
necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, continue
monitorando e controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação das Outras Despesas Operacionais

```

```

outras_despesas = diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
if outras_despesas['Último Período'] > 2:
    excesso = outras_despesas['Último Período'] - 2
    reducao_percentual = (excesso / outras_despesas['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de
contas encontra-se em desequilíbrio.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
    elif outras_despesas['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
        mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Outras Despesas Operacionais para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
        mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Antes de Juros e Impostos
lucro_ebit = diagnosticos['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional']
if lucro_ebit['Último Período'] > 13:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagens.append("A operação encontra-se sobre controle, apresentando um Lucro antes de Juros e
Imposto de Renda dentro dos parâmetros analisar.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagem = ""Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes
de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisar. Reavalie as contas a seguir:</b>""

# Condicional para '-Custo Produtos Vendidos'
if diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 50:
    mensagem += "\n* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';"

# Condicional para '-Desp (receit) operac'
if diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 15:
    mensagem += "\n* Exibe '-Desp (receit) operac';"

# Condicional para '+Despesas com Vendas'
if diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas com Vendas';"

# Condicional para '+Despesas administrativ'
if diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas administrativ';"

# Condicional para '+Outras Despesas Operac'
if diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 2:
    mensagem += "\n* Exibe '+Outras Despesas Operac';"

mensagens.append(mensagem)

# Avaliação do Resultado Financeiro
despesa_financeira = diagnosticos['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional']

```

```

if despesa_financeira['Último Período'] > 3:
    excesso = despesa_financeira['Último Período'] - 3
    reducao_percentual = (excesso / despesa_financeira['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
    mensagens.append(f""A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se
em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser
avaliados:
1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estrutura com menores custos e
despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
    elif despesa_financeira['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas Financeiras para que o mesmo não afete diretamente o
resultado líquido.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Líquido
lucro_liquido = diagnosticos['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional']
if lucro_liquido['Último Período'] < 10:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
    mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes
operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser
preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
    elif lucro_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o
desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam
afetadas.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se sobre controle, monitore os custos e despesas para
que o Lucro Líquido possa ser maximizado.")

# Avaliação do Caixa Gerado
caixa_gerado = diagnosticos['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional']
if caixa_gerado['Último Período'] < 7:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar,
realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de
recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa
não sejam afetadas.")
    elif caixa_gerado['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")

```

```

mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais,
no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos custos, despesas,
prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem
como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os
custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser
preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

# Avaliação da Variação Líquida de Caixa
variacao_caixa = diagnostics["Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional"]
if variacao_caixa['Último Período'] < 3:
    mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
    mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes
operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades
de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para
proteger as disponibilidades de Caixa.")
    elif variacao_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos
e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional
financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas,
investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

return mensagens

# Função para calcular o ponto de equilíbrio
def calcular_ponto_equilibrio(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Somar os custos variáveis e fixos dos últimos 5 períodos
    custo_variavel = df_ultimos_5[['-Custo Produtos Vendidos', '+Despesas com Vendas', '+Resultado
financeiro', '-Imp renda e contrib soc']].sum(axis=1)
    custo_fixo = df_ultimos_5[['+Despesas administrativ', '-Desp (receit) operac', '-Outras rec operacionais',
'+Outras Despesas Operac']].sum(axis=1)
    receita_liquida = df_ultimos_5['+Receita liquida operac']

    # Calcular a Margem de Contribuição e o Ponto de Equilíbrio
    margem_contribuicao = receita_liquida - custo_variavel
    indice_margem_contribuicao = margem_contribuicao / receita_liquida
    ponto_equilibrio_contabil = custo_fixo / indice_margem_contribuicao

df_ponto_equilibrio = pd.DataFrame({
    'Data': df_ultimos_5['Data'],
    'Custo Variável': custo_variavel,
    'Custo Fixo': custo_fixo,
    'Receita Líquida': receita_liquida,
    'Margem de Contribuição': margem_contribuicao,
    'Índice de Margem de Contribuição': indice_margem_contribuicao,
    'Ponto de Equilíbrio Contábil': ponto_equilibrio_contabil
})

```

```

return df_ponto_equilibrio

# Função para plotar gráfico comparativo
def plot_comparativo(df_ponto_equilibrio, df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'], marker='o', label='Receita
Líquida Operacional')
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Lucro líquido'], marker='o', label='Lucro Líquido')
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'], marker='o',
label='Ponto de Equilíbrio Contábil')

    plt.title('Comparativo: Receita Líquida Operacional, Lucro Líquido e Ponto de Equilíbrio Contábil')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Valor')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa AMER3
df_AMER3 = df[df['Empresa'] == 'AMER3']

# Plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos e calcular tendência
model_receita = plot_receita_liquida(df_AMER3)
receita_tendencia = "Tendência de alta" if model_receita.params[1] > 0 else "Tendência de baixa"
receita_valor_medio = df_AMER3['+Receita líquida operac'].tail(5).mean()
receita_valor_ultimo_periodo = df_AMER3['+Receita líquida operac'].tail(1).values[0]

# Calcular a análise vertical percentual para a empresa AMER3
analise_vertical_AMER3 = analise_vertical(df_AMER3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual
plot_analise_vertical(analise_vertical_AMER3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos = diagnostico_tendencia(analise_vertical_AMER3)

# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:")
print(f" Tendência: [bold]{receita_tendencia}")
print(f" Valor Médio: {receita_valor_medio:.2f}")
print(f" Último Período: {receita_valor_ultimo_periodo:.2f}\n")

print("[bold]Análise Vertical")
for var, diagnostico in diagnosticos.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

```

```

# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert(df_AMER3, receita_tendencia, diagnosticos)

# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("Mensagens do Diagnóstico Expert:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

# Calcular o ponto de equilíbrio dos últimos 5 períodos
ponto_equilibrio = calcular_ponto_equilibrio(df_AMER3)

# Exibir ponto de equilíbrio
# print("\nPonto de Equilíbrio dos Últimos 5 Períodos:")
# print(ponto_equilibrio)

# Plotar gráfico comparativo
plot_comparativo(ponto_equilibrio, df_AMER3)

# Função para verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio
def verificar_ponto_equilibrio(df_ponto_equilibrio):
    ultima_receita = df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'].iloc[-1]
    ultimo_pe = df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'].iloc[-1]

    if ultima_receita > ultimo_pe:
        mensagem = "A empresa encontra-se acima do ponto de equilíbrio no último período."
    else:
        mensagem = "A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período."

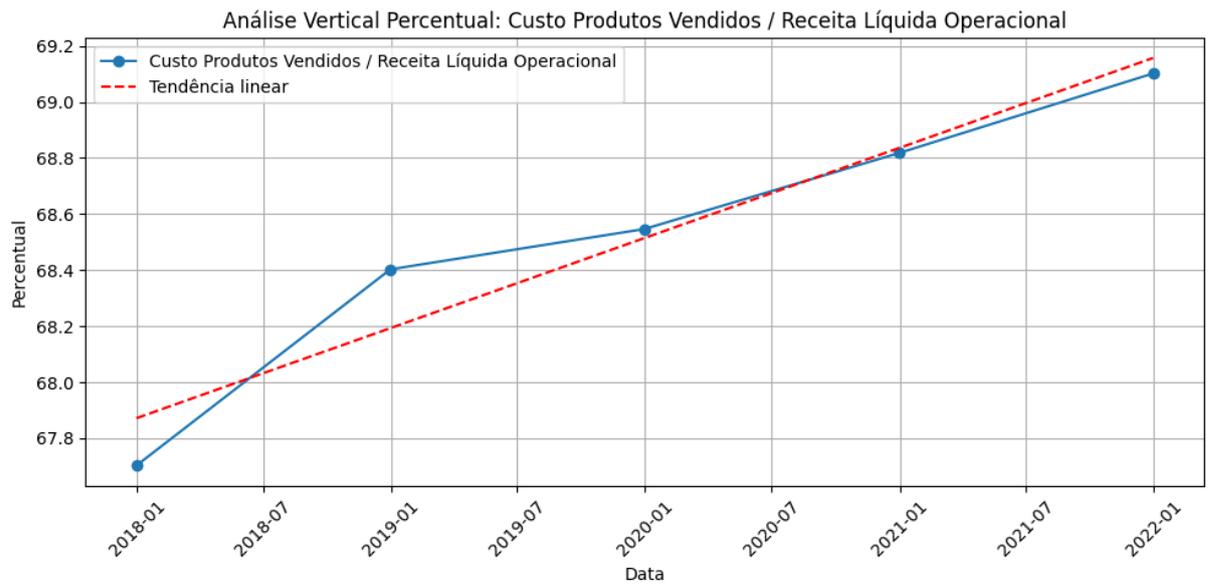
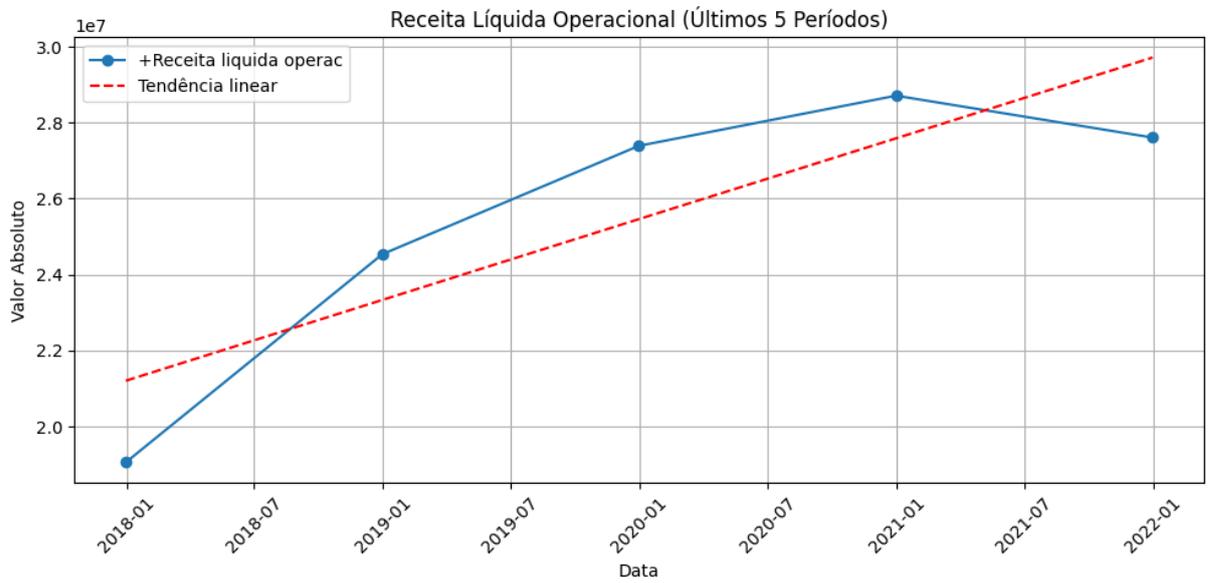
    # Verificar se nos períodos anteriores a receita foi consistentemente abaixo do ponto de equilíbrio
    abaixo_pe_anterior = df_ponto_equilibrio[df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'] <
df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil']].shape[0]
    if abaixo_pe_anterior > 0:
        mensagem += f"\nNos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em
{abaixo_pe_anterior} de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e
despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial,
com o intuito de alavancar as Receitas."
    else:
        mensagem += "\nA empresa não esteve abaixo do ponto de equilíbrio em nenhum dos últimos 5
períodos, sendo assim, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado."

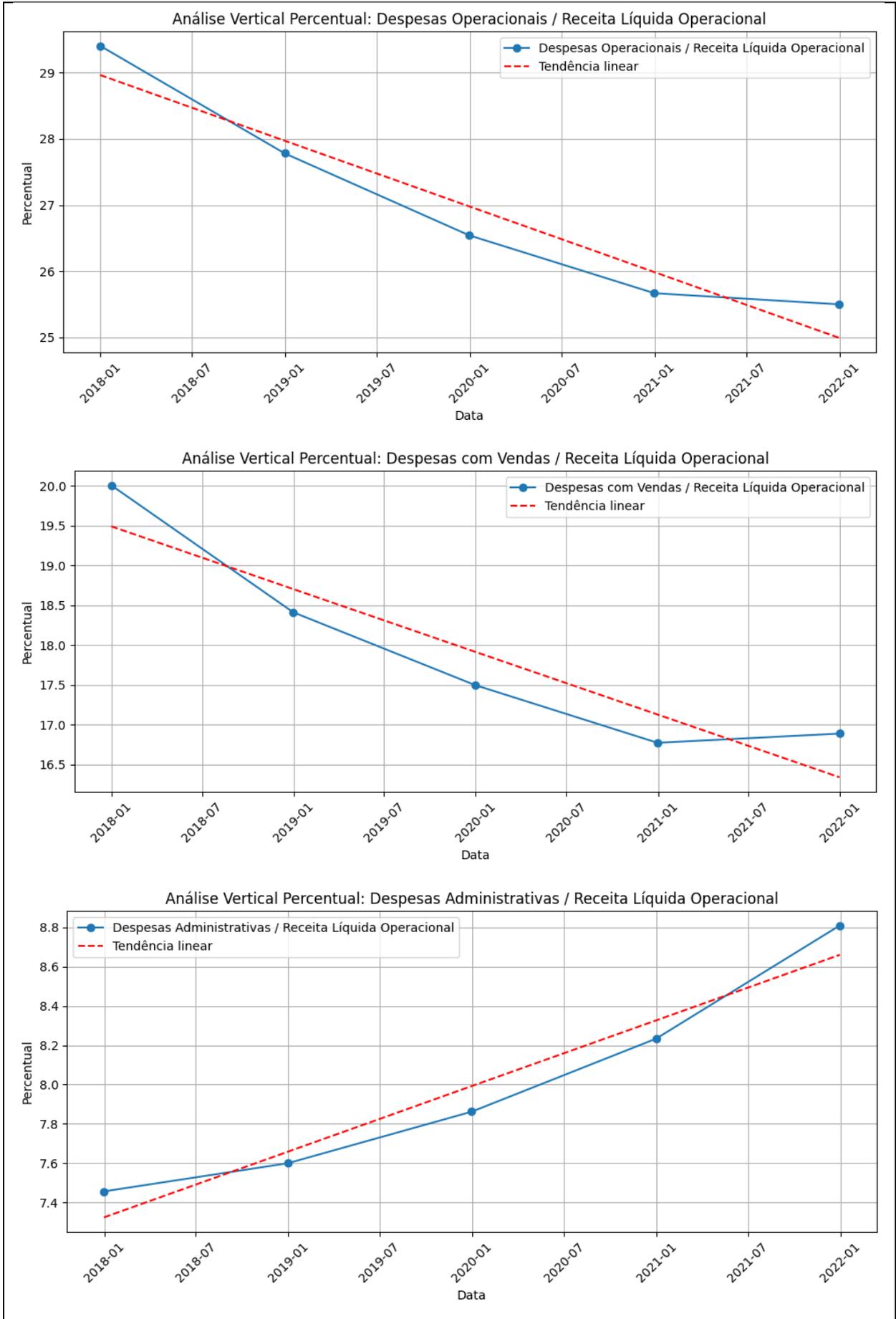
    return mensagem

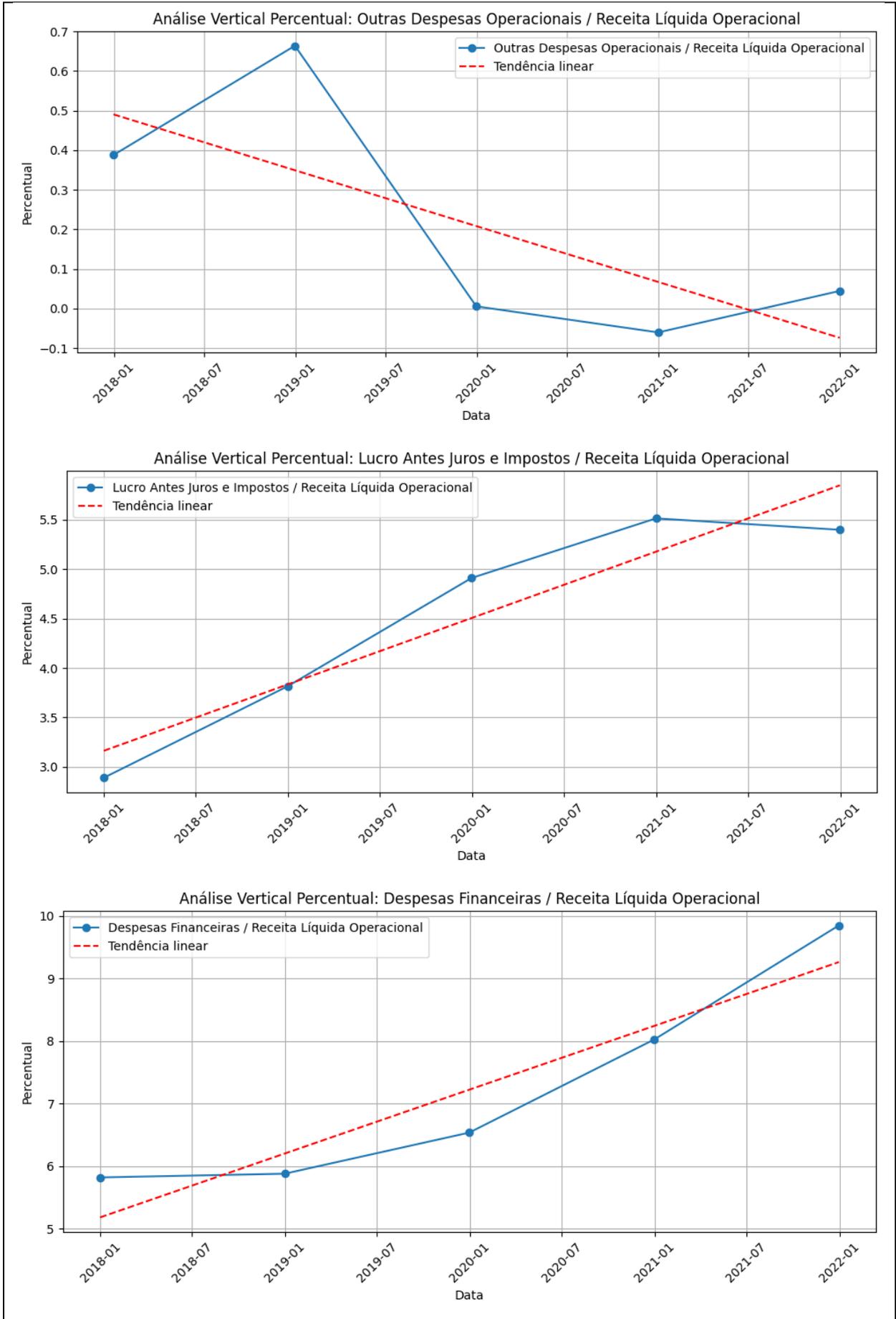
# Verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio no último período
print("[bold]Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:")
mensagem_ponto_equilibrio = verificar_ponto_equilibrio(ponto_equilibrio)
print(mensagem_ponto_equilibrio)
print("")

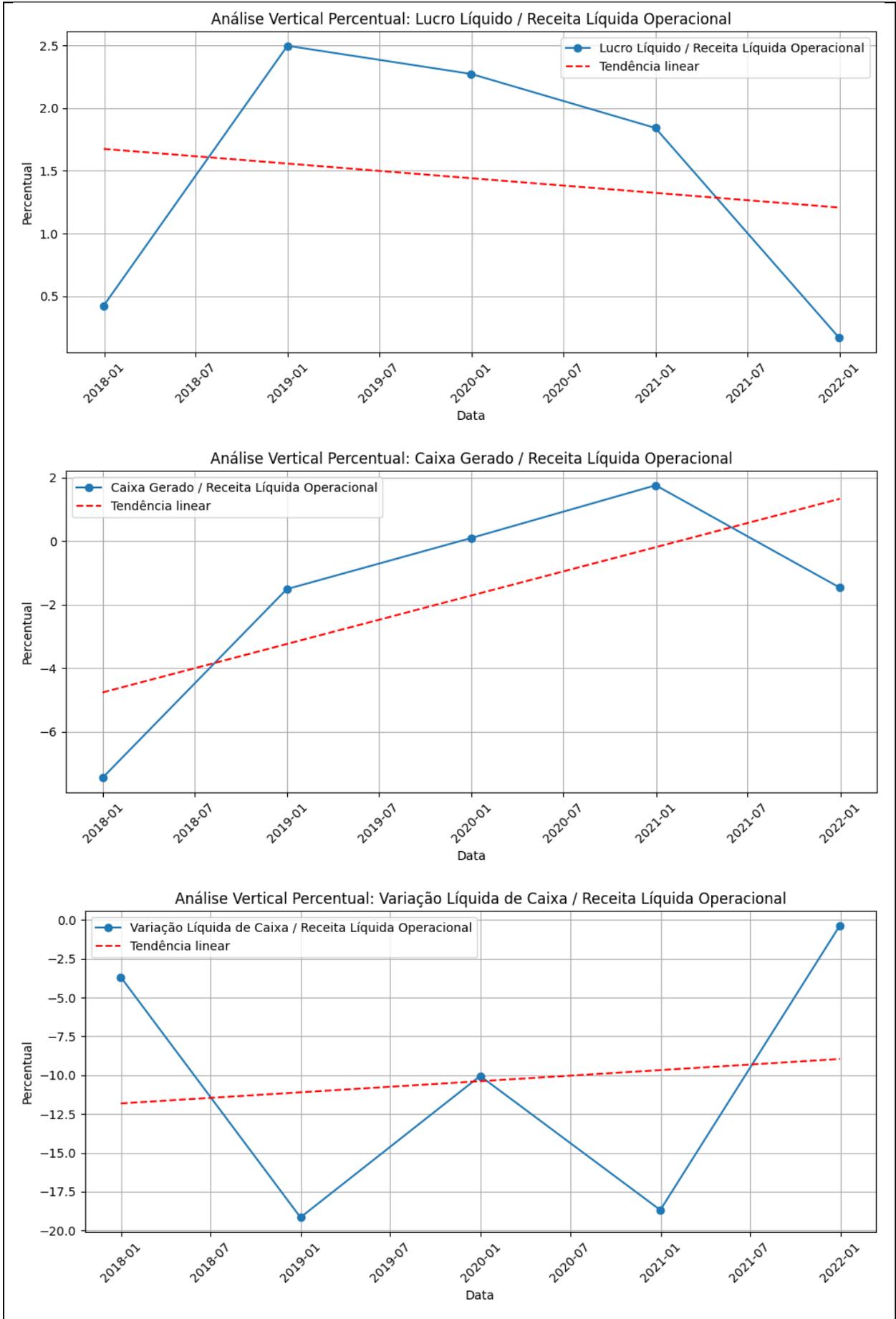
```

### RESULTADOS DO MÓDULO DE DIAGNÓSTICO – DRE / DF









**Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **25459945.16**

Último Período: **27606452.07**

**Análise Vertical****Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **68.51%**

Último Período: **69.10%**

**Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **26.98%**

Último Período: **25.50%**

**Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **17.92%**

Último Período: **16.89%**

**Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **7.99%**

Último Período: **8.81%**

**Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **0.21%**

Último Período: **0.04%**

**Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **4.51%**

Último Período: **5.40%**

**Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **7.22%**

Último Período: **9.85%**

**Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **1.44%**

Último Período: **0.17%**

**Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **-1.71%**

Último Período: **-1.46%**

**Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **-10.38%**

Último Período: **-0.35%**

**Mensagens do Diagnóstico Expert:**

**Análise da Receita Líquida:**

A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.

**Análise dos Custos com Produtos Vendidos:**

É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;
2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;
3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;
4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;
5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **27.64%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise das Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros - Telefonia - TI - Sistema - Escritório Jurídico - Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de pessoas;
5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;
6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;
7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **41.17%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise das Despesas com Vendas:**

É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **40.79%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise das Despesas Administrativas:**

As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.

**Análise das Outras Despesas Operacionais:**

As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.

**Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:**

Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisar. Reavalie as contas a seguir:

- \* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';
- \* Exibe '-Desp (receit) operac';
- \* Exibe '+Despesas com Vendas';

**Análise de Despesas Financeiras:**

A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estruturada com menores custos e despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **69.54%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise do Lucro Líquido:**

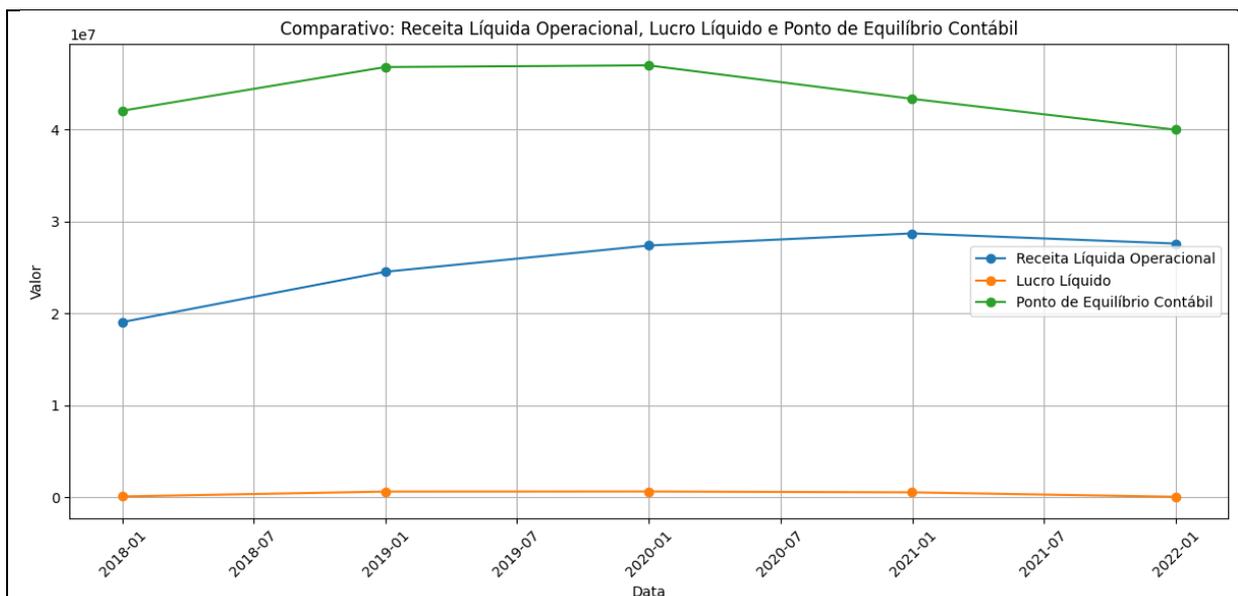
O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideias, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

**Análise do Caixa Gerado:**

A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

**Análise da Variação de Caixa:**

A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.



### Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:

A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período.

Nos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em 5 de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial, com o intuito de alavancar as Receitas.

## 5.6 ANÁLISE BALANÇO PATRIMONIAL

In [9]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

```
# Função para calcular a análise vertical percentual das relações com o Ativo Total
```

```
def analise_vertical_ativo_total(df):
```

```
    # Selecionar os últimos 5 períodos
```

```
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
```

```
    # Calcular as relações percentuais em relação ao Ativo Total
```

```
    df_analise = pd.DataFrame()
```

```
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
```

```
    df_analise['Ativo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Passivo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Passivo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Caixa e equivalentes de caixa'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Estoques / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Estoques'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Imobilizado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Imobilizado'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Intangíveis líquido / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Intangíveis líquido'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Total empres e financ CP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ CP'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```

df_analise['Total empres e financ LP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ LP'] /
df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
df_analise['Patrim liq consolidado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Patrim liq consolidado'] /
df_ultimos_5['Ativo total']) * 100

return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical_ativo_total(df_analise):
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangiveis liquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        plt.figure(figsize=(10, 5))
        plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

        # Adicionar análise de tendência linear
        X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
        y = df_analise[var].values
        model = sm.OLS(y, X).fit()
        tendencia = model.predict(X)
        plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

        plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
        plt.xlabel('Data')
        plt.ylabel('Percentual')
        plt.grid(True)
        plt.legend()
        plt.xticks(rotation=45)
        plt.tight_layout()
        plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência em relação ao Ativo Total
def diagnostico_tendencia_ativo_total(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangiveis liquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        y = df_analise[var].values
        tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"

```

```

valor_medio = y.mean()
valor_ultimo_periodo = y[-1]
diagnosticos[var] = {
    "Tendência": tendencia,
    "Valor Médio": valor_medio,
    "Último Período": valor_ultimo_periodo
}

return diagnosticos

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert_bp(df_analise, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação do Caixa e Equivalente de Caixa
    equivalente_caixa = diagnosticos['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total']
    if equivalente_caixa['Último Período'] < 7:
        mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
        mensagens.append("""A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal.
Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa;
4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie o alongamento dos prazos.""")
    elif equivalente_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
        mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
        mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, investimentos e endividamento para que as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

    # Avaliação dos Estoques
    estoques = diagnosticos['Estoques / Ativo Total']
    if estoques['Último Período'] > 10:
        excesso = estoques['Último Período'] - 10
        reducao_percentual = (excesso / estoques['Último Período']) * 100

        mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
        mensagens.append(f""O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;
2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;
4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

```

Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% dos ativos atuais. """)

**elif** estoques['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")

    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")

    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se sob controle, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")

*# Avaliação do Imobilizado*

imobilizado = diagnosticos['Imobilizado / Ativo Total']

**if** imobilizado['Último Período'] > 20:

    excesso = imobilizado['Último Período'] - 20

    reducao\_percentual = (excesso / imobilizado['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append(f""Os Bens Imobilizados da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal.

Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa;
2. Reavaliar o processo de tomada de decisão frente à alta imobilização de recursos financeiros;
3. Implementar ferramentas para subsidiar a análise de investimentos;
4. Avaliar a possibilidade de evitar a imobilização do recurso financeiro frente à possibilidade de realização de contratos de leasing e locação.

Para que os Bens Imobilizados retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% dos ativos atuais. """)

**elif** imobilizado['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os orçamentos e investimentos.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os orçamentos e investimentos.")

*# Avaliação dos Empréstimos de CP*

emprestimo\_cp = diagnosticos['Total empres e financ CP / Ativo Total']

**if** emprestimo\_cp['Último Período'] > 8:

    excesso = emprestimo\_cp['Último Período'] - 8

    reducao\_percentual = (excesso / emprestimo\_cp['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append(f""O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no curto prazo;
2. Avaliar a possibilidade de reestruturar os contratos de empréstimos e financiamentos alongando a dívida;
3. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa e consequentemente reduzir o endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Curto Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais."")

**elif** emprestimo\_cp['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

*# Avaliação dos Empréstimos de LP*

emprestimo\_lp = diagnosticos['Total empres e financ LP / Ativo Total']

**if** emprestimo\_lp['Último Período'] > 21:

    excesso = emprestimo\_lp['Último Período'] - 21

    reducao\_percentual = (excesso / emprestimo\_lp['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append(f""O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no longo prazo;
2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais."")

**elif** emprestimo\_lp['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

*# Avaliação do Patrimônio Líquido*

patrimonio\_liquido = diagnosticos['Patrim liq consolidado / Ativo Total']

**if** patrimonio\_liquido['Último Período'] < 50:

    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")

    mensagens.append("O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal.

Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo."")

**elif** patrimonio\_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":

    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")

```

    mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o
Patrimônio Líquido positivo.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
        mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, monitore os
índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.")

    return mensagens

# Código para execução da análise
# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa AMER3
df_AMER3 = df[df['Empresa'] == 'AMER3']

# Calcular a análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
analise_vertical_ativo_total_AMER3 = analise_vertical_ativo_total(df_AMER3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
plot_analise_vertical_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_AMER3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos_ativo_total = diagnostico_tendencia_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_AMER3)

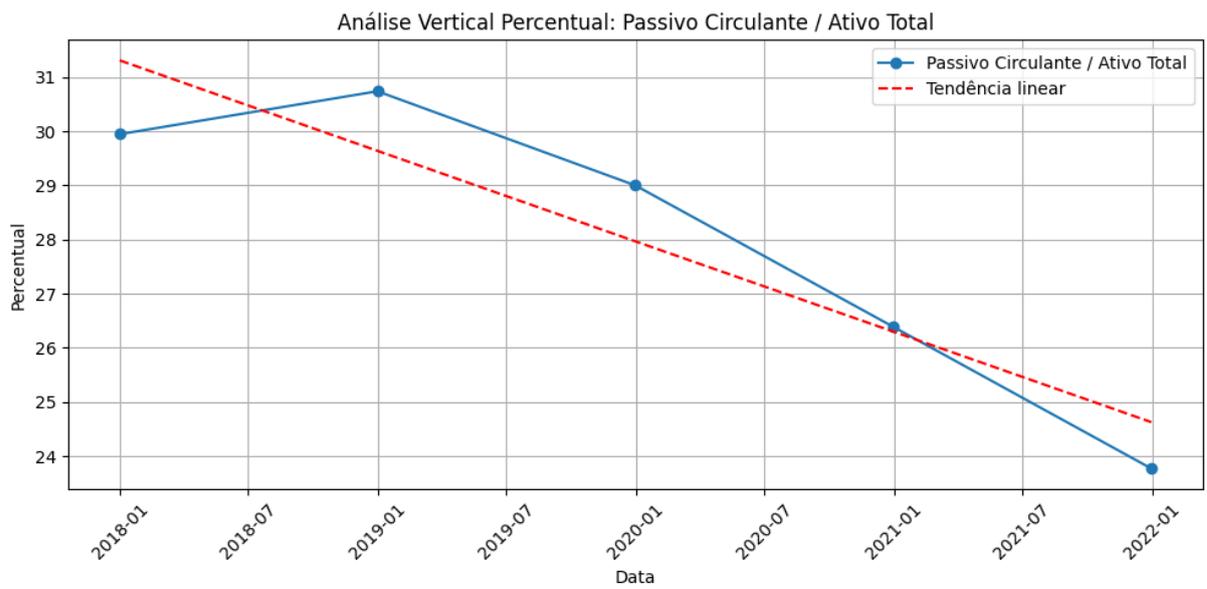
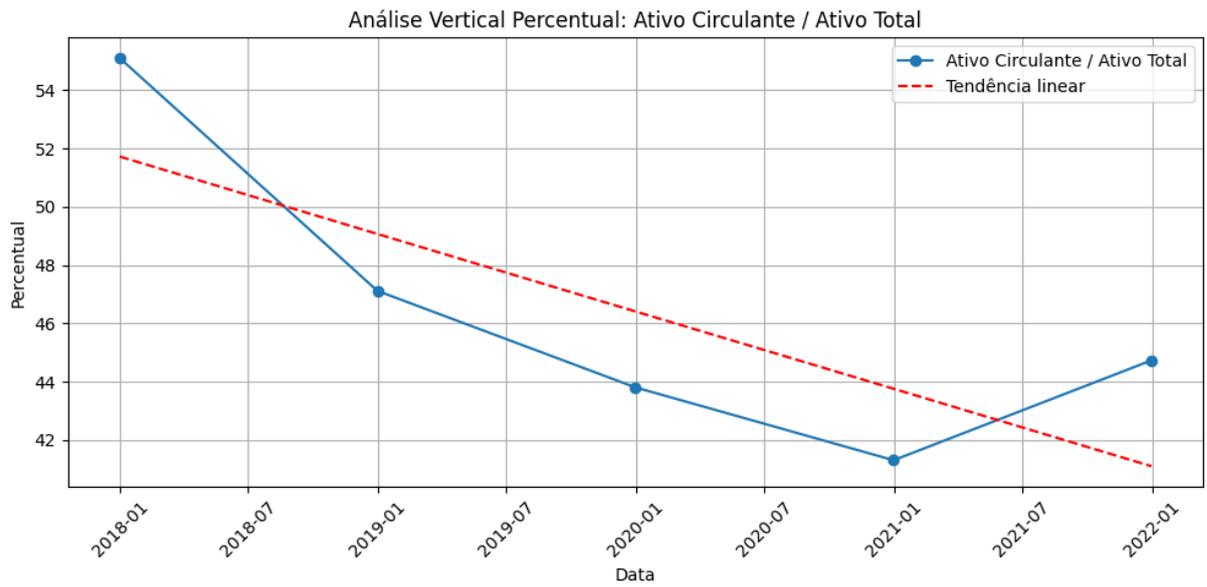
# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total")
for var, diagnostico in diagnosticos_ativo_total.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

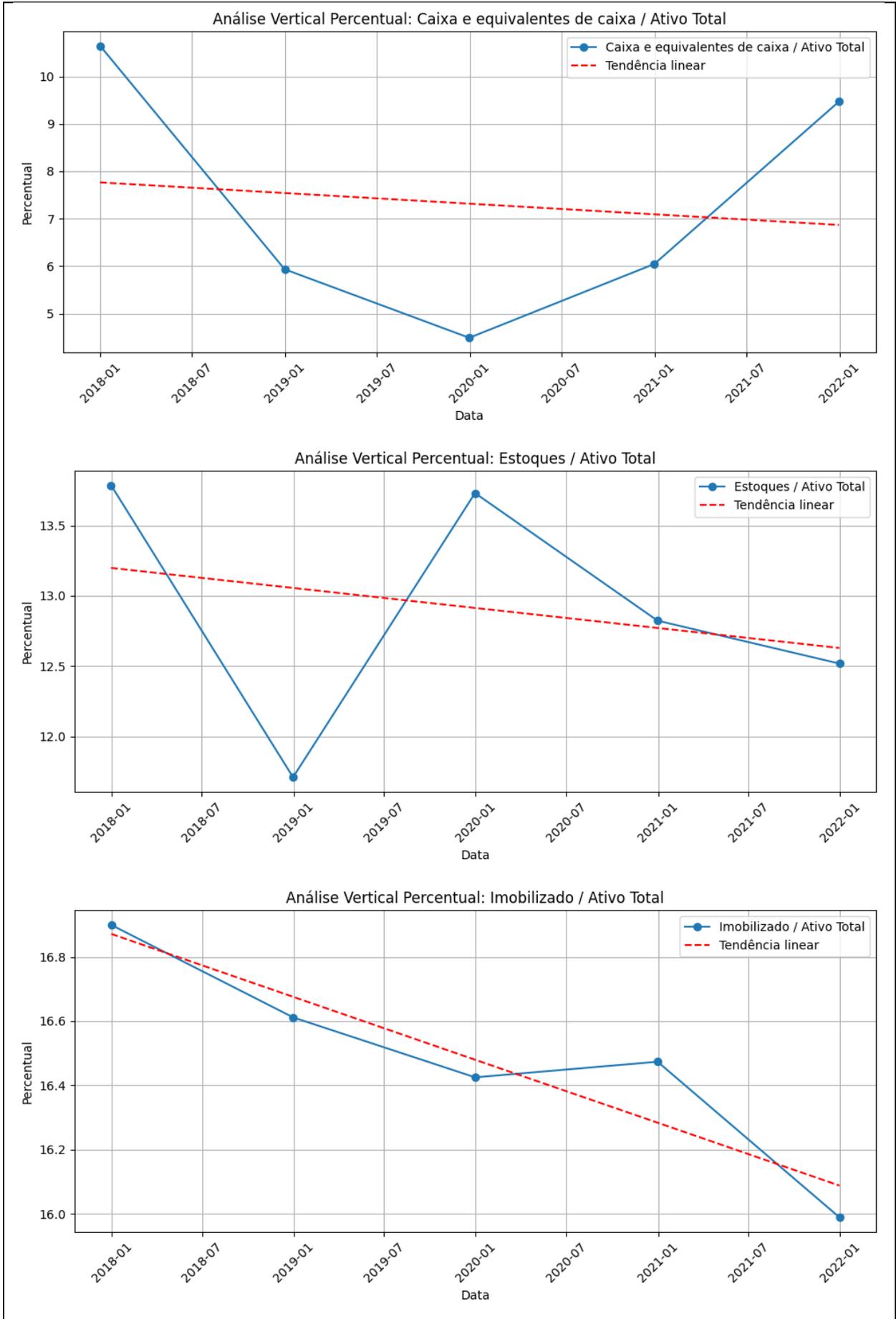
# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert_bp(analise_vertical_ativo_total_AMER3, diagnosticos_ativo_total)

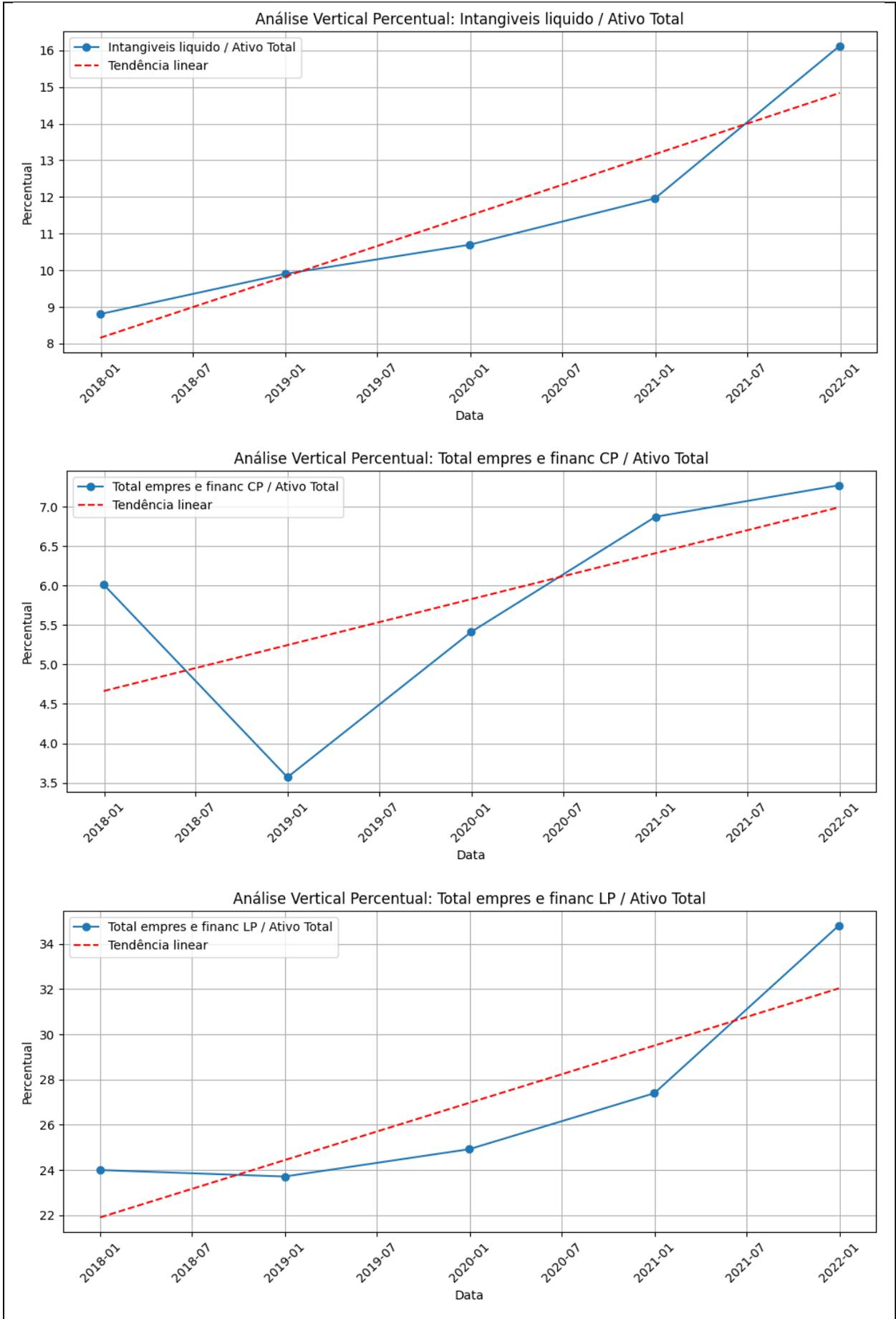
# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("[bold]RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

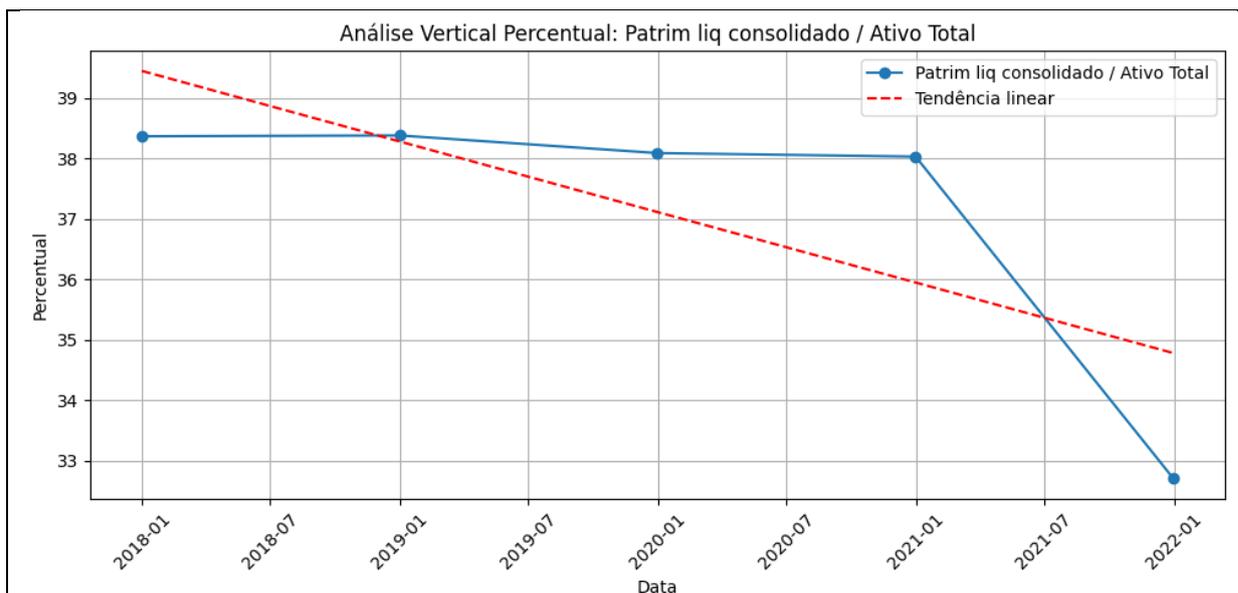
```

## RESULTADOS DO MÓDULO DE DIAGNÓSTICO - BP









#### Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total

##### Ativo Circulante / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **46.41%**

Último Período: **44.73%**

##### Passivo Circulante / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **27.97%**

Último Período: **23.77%**

##### Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **7.32%**

Último Período: **9.47%**

##### Estoques / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **12.91%**

Último Período: **12.52%**

##### Imobilizado / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **16.48%**

Último Período: **15.99%**

**Intangíveis líquido / Ativo Total:**Tendência: **Tendência de alta**Valor Médio: **11.50%**Último Período: **16.13%****Total empres e financ CP / Ativo Total:**Tendência: **Tendência de alta**Valor Médio: **5.83%**Último Período: **7.27%****Total empres e financ LP / Ativo Total:**Tendência: **Tendência de alta**Valor Médio: **26.97%**Último Período: **34.82%****Patrim liq consolidado / Ativo Total:**Tendência: **Tendência de baixa**Valor Médio: **37.11%**Último Período: **32.71%****RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:****Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:**

A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.

**Análise dos Estoques:**

O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;
2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;
4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

Para que o volume de Produtos em Estoque retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **20.12%** dos ativos atuais.

**Análise do Imobilizado:**

Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os orçamentos e investimentos.

**Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.

**Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia encontram-se a cima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no longo prazo;
2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **39.70%** nos Empréstimos e Financiamentos atuais.

**Análise do Patrimônio Líquido:**

O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo.

## 5.7 LIQUIDEZ CORRENTE

In [10]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# Função para calcular e plotar a análise da Liquidez Seca
```

```
def analise_liquidez_seca(df):
```

```
    # Selecionar os últimos 5 períodos
```

```
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
```

```
    # Calcular a Liquidez Seca (Ativo Circulante - Estoques) / Passivo Circulante
```

```
    df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) /
    df_ultimos_5['Passivo Circulante']
```

```

# Plotar o gráfico de Liquidez Seca
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Liquidez Seca'], marker='o', label='Liquidez Seca')

# Adicionar linha de referência em 1.5
plt.axhline(y=1.5, color='red', linestyle='--', label='Limite de 1.5')

plt.title('Liquidez Seca (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Índice de Liquidez Seca')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Verificar o valor do último período
liquidez_seca_ultimo = df_ultimos_5['Liquidez Seca'].iloc[-1]
if liquidez_seca_ultimo >= 1.5:
    print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se dentro dos parâmetros analisar.")
else:
    print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se abaixo dos parâmetros analisar. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie detalhadamente as recomendações citadas neste relatório")

# Exemplo de execução com um DataFrame
# Substitua o caminho do arquivo e as colunas conforme necessário para seus dados

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados (substitua o caminho do arquivo conforme necessário)
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

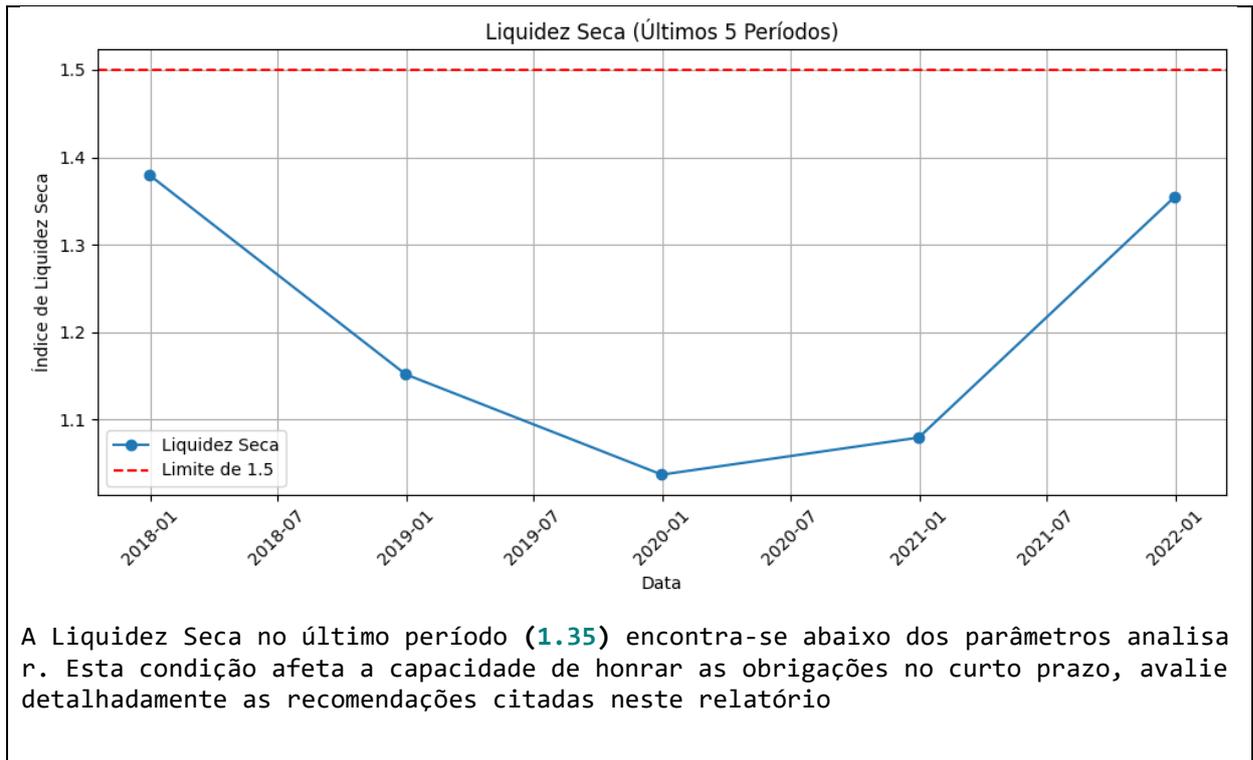
# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa de interesse, por exemplo, AMER3
df_empresa = df[df['Empresa'] == 'AMER3']

# Realizar a análise de Liquidez Seca
analise_liquidez_seca(df_empresa)
C:\Users\evert\AppData\Local\Temp\ipykernel_26184\3880657084.py:10: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) / df_ultimos_5['Passivo Circulante']

```



## APÊNDICE H – SISTEMA ESPECIALISTA CVC BRASIL

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

### 5.8 ANÁLISE DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

In [1]:

```
# Função para calcular a análise vertical percentual das relações
def analise_vertical(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular as relações percentuais
    df_analise = pd.DataFrame()
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
    df_analise['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Custo Produtos
Vendidos'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Desp (receit
operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas com
Vendas'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas
administrativ'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Outras
Despesas Operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro antes
jur&imp EBIT'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Despesas
Financeiras'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro liquido'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Caixa gerado por operac'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Variac liquida de
caixa'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100

    return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical(df_analise):
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
```

```

]

for var in variaveis:
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

    # Adicionar análise de tendência linear
    X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
    y = df_analise[var].values
    model = sm.OLS(y, X).fit()
    tendencia = model.predict(X)
    plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

    plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Percentual')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência
def diagnostico_tendencia(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
    ]
]

for var in variaveis:
    y = df_analise[var].values
    tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"
    valor_medio = y.mean()
    valor_ultimo_periodo = y[-1]
    diagnosticos[var] = {
        "Tendência": tendencia,
        "Valor Médio": valor_medio,
        "Último Período": valor_ultimo_periodo
    }

return diagnosticos

# Função para plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos com tendência
def plot_receita_liquida(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['+Receita liquida operac'], marker='o', label='+Receita liquida operac')

    # Adicionar análise de tendência linear

```

```

X = sm.add_constant(range(len(df_ultimos_5)))
y = df_ultimos_5['+Receita liquida operac'].values
model = sm.OLS(y, X).fit()
tendencia = model.predict(X)
plt.plot(df_ultimos_5['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

plt.title('Receita Líquida Operacional (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Valor Absoluto')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

return model

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert(df_analise, receita_tendencia, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação da Receita Líquida Operacional
    if receita_tendencia == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("""A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Queda, desta forma é importante realizar algumas ações para preservar a integridade econômica da operação, são elas:
1. Avaliar a redução de custos e despesas fixas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado;
2. Realizar a revisão dos preços praticados, com intenção de criar políticas que aumentem a competitividade no mercado;
3. Avaliar a possibilidade de realizar ações promocionais para promover o crescimento da Receita;
4. Realizar a revisão do planejamento comercial, especificamente diversificação de produtos, expansão de mercado e segmentação.""")

    # Avaliação do Custo dos Produtos Vendidos
    custo_produtos_vendidos = diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']
    if custo_produtos_vendidos['Último Período'] > 50:
        excesso = custo_produtos_vendidos['Último Período'] - 50
        reducao_percentual = (excesso / custo_produtos_vendidos['Último Período']) * 100

        mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
        mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;
2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;
3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;

```

4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;

5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```
elif custo_produtos_vendidos['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
```

```
    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
```

```
    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")
```

```
# Avaliação das Despesas Operacionais
```

```
despesas_operacionais = diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
```

```
if despesas_operacionais['Último Período'] > 15:
```

```
    excesso = despesas_operacionais['Último Período'] - 15
```

```
    reducao_percentual = (excesso / despesas_operacionais['Último Período']) * 100
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
```

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);

2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);

3. Revisar contratos de seguros;

4. Revisar estrutura de pessoas;

5. Anaisar custos relacionados a consumo de energia;

6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;

7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```
elif despesas_operacionais['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Operacionais para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")
```

```
# Avaliação das Despesas com Vendas
```

```
despesas_vendas = diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']
```

```
if despesas_vendas['Último Período'] > 10:
```

```
    excesso = despesas_vendas['Último Período'] - 10
```

```
    reducao_percentual = (excesso / despesas_vendas['Último Período']) * 100
```

```

mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

```

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.""")

```

elif despesas_vendas['Tendência'] == "Tendência de alta":

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas com Vendas para que o mesmo não afete diretamente o
resultado operacional da empresa.")

```

```

else:

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

```

```

# Avaliação das Despesas Administrativas

```

```

despesas_administrativas = diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']

```

```

if despesas_administrativas['Último Período'] > 10:

```

```

    excesso = despesas_administrativas['Último Período'] - 10

```

```

    reducao_percentual = (excesso / despesas_administrativas['Último Período']) * 100

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:

```

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de backoffice;
5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.""")

```

elif despesas_administrativas['Tendência'] == "Tendência de alta":

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é
necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")

```

```

else:

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, continue
monitorando e controlando possíveis oscilações.")

```

```

# Avaliação das Outras Despesas Operacionais

```

```

outras_despesas = diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
if outras_despesas['Último Período'] > 2:
    excesso = outras_despesas['Último Período'] - 2
    reducao_percentual = (excesso / outras_despesas['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de
contas encontra-se em desequilíbrio.

```

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```

elif outras_despesas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Outras Despesas Operacionais para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

```

*# Avaliação do Lucro Antes de Juros e Impostos*

```

lucro_ebit = diagnosticos['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional']
if lucro_ebit['Último Período'] > 13:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagens.append("A operação encontra-se sobre controle, apresentando um Lucro antes de Juros e
Imposto de Renda dentro dos parâmetros analisar.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagem = ""Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes
de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisar. Reavalie as contas a seguir:</b>""

```

*# Condicional para '-Custo Produtos Vendidos'*

```

if diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 50:
    mensagem += "\n* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';"

```

*# Condicional para '-Desp (receit) operac'*

```

if diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 15:
    mensagem += "\n* Exibe '-Desp (receit) operac';"

```

*# Condicional para '+Despesas com Vendas'*

```

if diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas com Vendas';"

```

*# Condicional para '+Despesas administrativ'*

```

if diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas administrativ';"

```

*# Condicional para '+Outras Despesas Operac'*

```

if diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 2:
    mensagem += "\n* Exibe '+Outras Despesas Operac';"

```

```

mensagens.append(mensagem)

```

*# Avaliação do Resultado Financeiro*

```

despesa_financeira = diagnosticos['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional']

```

```

if despesa_financeira['Último Período'] > 3:
    excesso = despesa_financeira['Último Período'] - 3
    reducao_percentual = (excesso / despesa_financeira['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
    mensagens.append(f""A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se
em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser
avaliados:
1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estrutura com menores custos e
despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
    elif despesa_financeira['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas Financeiras para que o mesmo não afete diretamente o
resultado líquido.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Líquido
lucro_liquido = diagnosticos['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional']
if lucro_liquido['Último Período'] < 10:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
    mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideias, realize ajustes
operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser
preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
    elif lucro_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o
desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam
afetadas.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se sobre controle, monitore os custos e despesas para
que o Lucro Líquido possa ser maximizado.")

# Avaliação do Caixa Gerado
caixa_gerado = diagnosticos['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional']
if caixa_gerado['Último Período'] < 7:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar,
realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de
recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa
não sejam afetadas.")
    elif caixa_gerado['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")

```

```

mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais,
no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos custos, despesas,
prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem
como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os
custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser
preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

# Avaliação da Variação Líquida de Caixa
variacao_caixa = diagnosticos['Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional']
if variacao_caixa['Último Período'] < 3:
    mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
    mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes
operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades
de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para
proteger as disponibilidades de Caixa.")
    elif variacao_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos
e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional
financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas,
investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

return mensagens

# Função para calcular o ponto de equilíbrio
def calcular_ponto_equilibrio(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Somar os custos variáveis e fixos dos últimos 5 períodos
    custo_variavel = df_ultimos_5[['-Custo Produtos Vendidos', '+Despesas com Vendas', '+Resultado
financeiro', '-Imp renda e contrib soc']].sum(axis=1)
    custo_fixo = df_ultimos_5[['+Despesas administrativ', '-Desp (receit) operac', '-Outras rec operacionais',
'+Outras Despesas Operac']].sum(axis=1)
    receita_liquida = df_ultimos_5['+Receita liquida operac']

    # Calcular a Margem de Contribuição e o Ponto de Equilíbrio
    margem_contribuicao = receita_liquida - custo_variavel
    indice_margem_contribuicao = margem_contribuicao / receita_liquida
    ponto_equilibrio_contabil = custo_fixo / indice_margem_contribuicao

df_ponto_equilibrio = pd.DataFrame({
    'Data': df_ultimos_5['Data'],
    'Custo Variável': custo_variavel,
    'Custo Fixo': custo_fixo,
    'Receita Líquida': receita_liquida,
    'Margem de Contribuição': margem_contribuicao,
    'Índice de Margem de Contribuição': indice_margem_contribuicao,
    'Ponto de Equilíbrio Contábil': ponto_equilibrio_contabil
})

```

```

return df_ponto_equilibrio

# Função para plotar gráfico comparativo
def plot_comparativo(df_ponto_equilibrio, df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'], marker='o', label='Receita Líquida Operacional')
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Lucro líquido'], marker='o', label='Lucro Líquido')
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'], marker='o', label='Ponto de Equilíbrio Contábil')

    plt.title('Comparativo: Receita Líquida Operacional, Lucro Líquido e Ponto de Equilíbrio Contábil')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Valor')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa CVCB3
df_CVCB3 = df[df['Empresa'] == 'CVCB3']

# Plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos e calcular tendência
model_receita = plot_receita_liquida(df_CVCB3)
receita_tendencia = "Tendência de alta" if model_receita.params[1] > 0 else "Tendência de baixa"
receita_valor_medio = df_CVCB3['+Receita líquida operac'].tail(5).mean()
receita_valor_ultimo_periodo = df_CVCB3['+Receita líquida operac'].tail(1).values[0]

# Calcular a análise vertical percentual para a empresa CVCB3
analise_vertical_CVCB3 = analise_vertical(df_CVCB3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual
plot_analise_vertical(analise_vertical_CVCB3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos = diagnostico_tendencia(analise_vertical_CVCB3)

# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:")
print(f" Tendência: [bold]{receita_tendencia}")
print(f" Valor Médio: {receita_valor_medio:.2f}")
print(f" Último Período: {receita_valor_ultimo_periodo:.2f}\n")

print("[bold]Análise Vertical")
for var, diagnostico in diagnosticos.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

```

```

# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert(df_CVCB3, receita_tendencia, diagnosticos)

# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("Mensagens do Diagnóstico Expert:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

# Calcular o ponto de equilíbrio dos últimos 5 períodos
ponto_equilibrio = calcular_ponto_equilibrio(df_CVCB3)

# Exibir ponto de equilíbrio
# print("\nPonto de Equilíbrio dos Últimos 5 Períodos:")
# print(ponto_equilibrio)

# Plotar gráfico comparativo
plot_comparativo(ponto_equilibrio, df_CVCB3)

# Função para verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio
def verificar_ponto_equilibrio(df_ponto_equilibrio):
    ultima_receita = df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'].iloc[-1]
    ultimo_pe = df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'].iloc[-1]

    if ultima_receita > ultimo_pe:
        mensagem = "A empresa encontra-se acima do ponto de equilíbrio no último período."
    else:
        mensagem = "A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período."

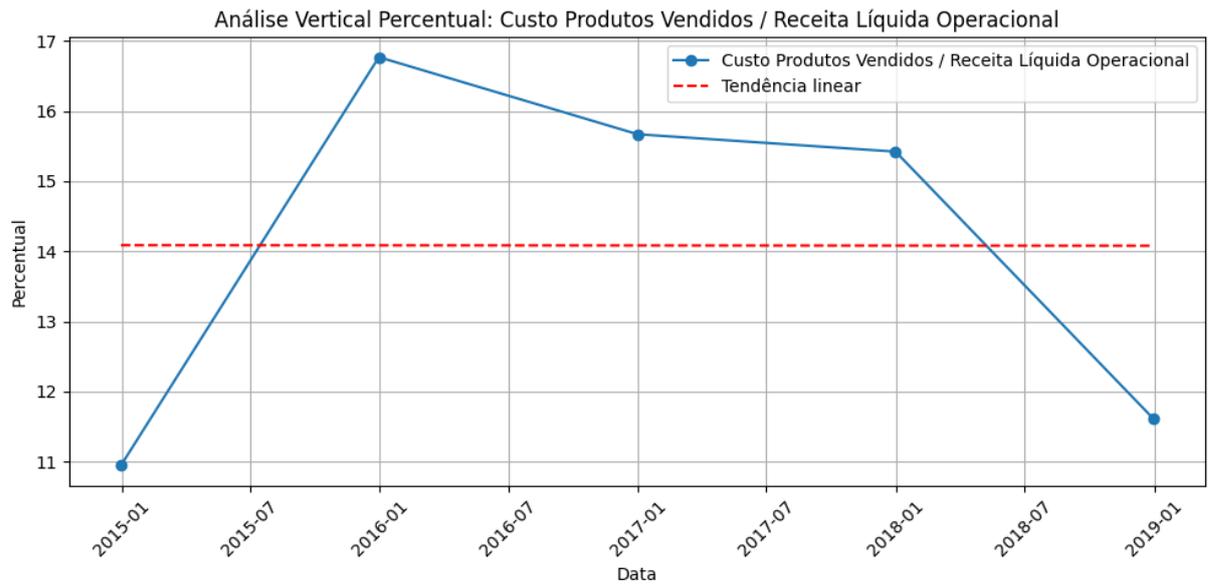
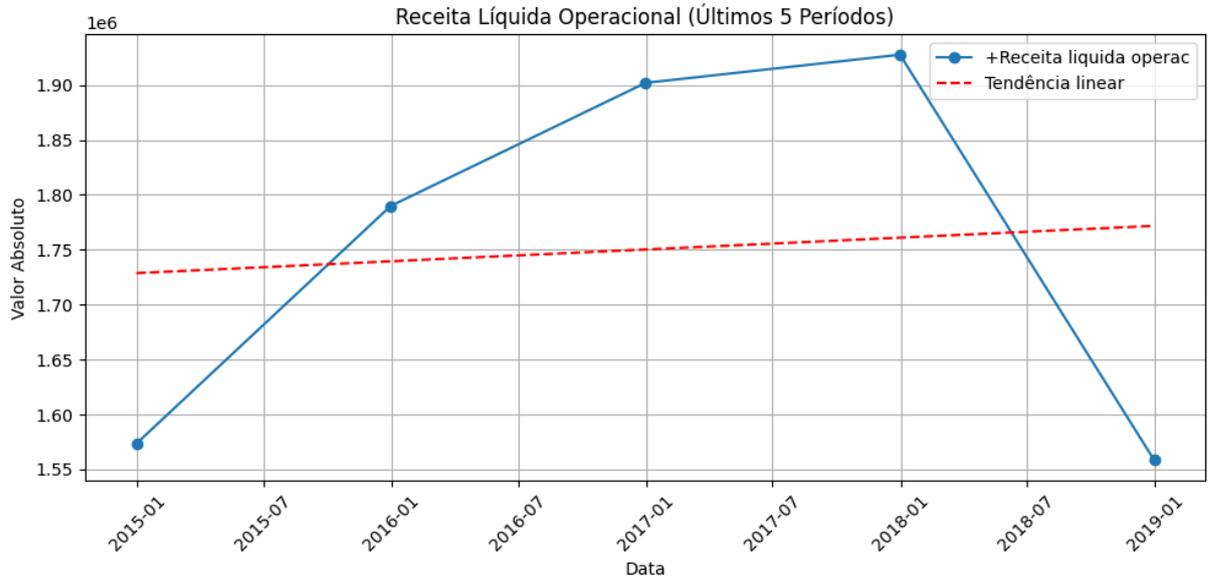
    # Verificar se nos períodos anteriores a receita foi consistentemente abaixo do ponto de equilíbrio
    abaixo_pe_anterior = df_ponto_equilibrio[df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'] <
df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil']].shape[0]
    if abaixo_pe_anterior > 0:
        mensagem += f"\nNos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em
{abaixo_pe_anterior} de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e
despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial,
com o intuito de alavancar as Receitas."
    else:
        mensagem += "\nA empresa não esteve abaixo do ponto de equilíbrio em nenhum dos últimos 5
períodos, sendo assim, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado."

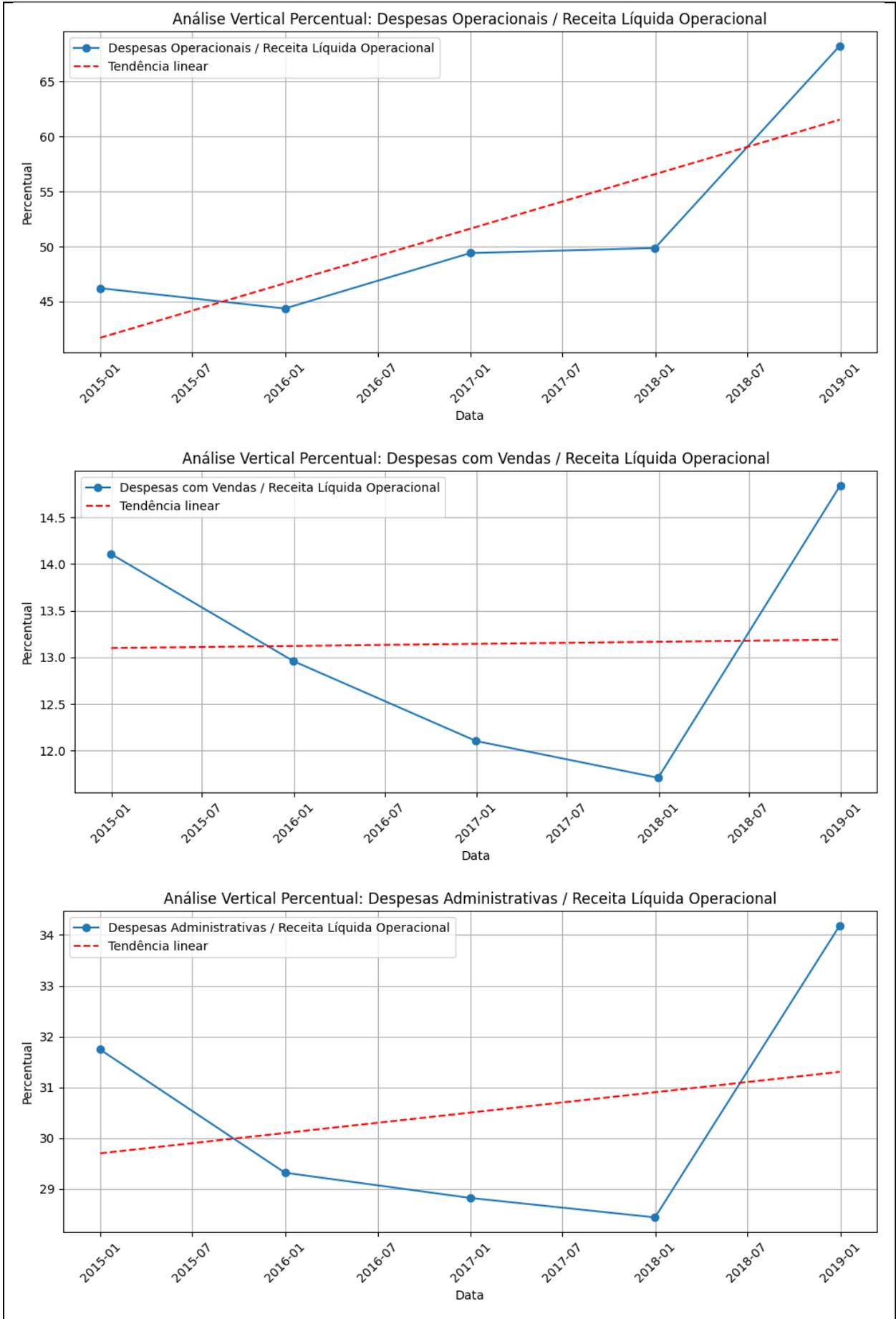
    return mensagem

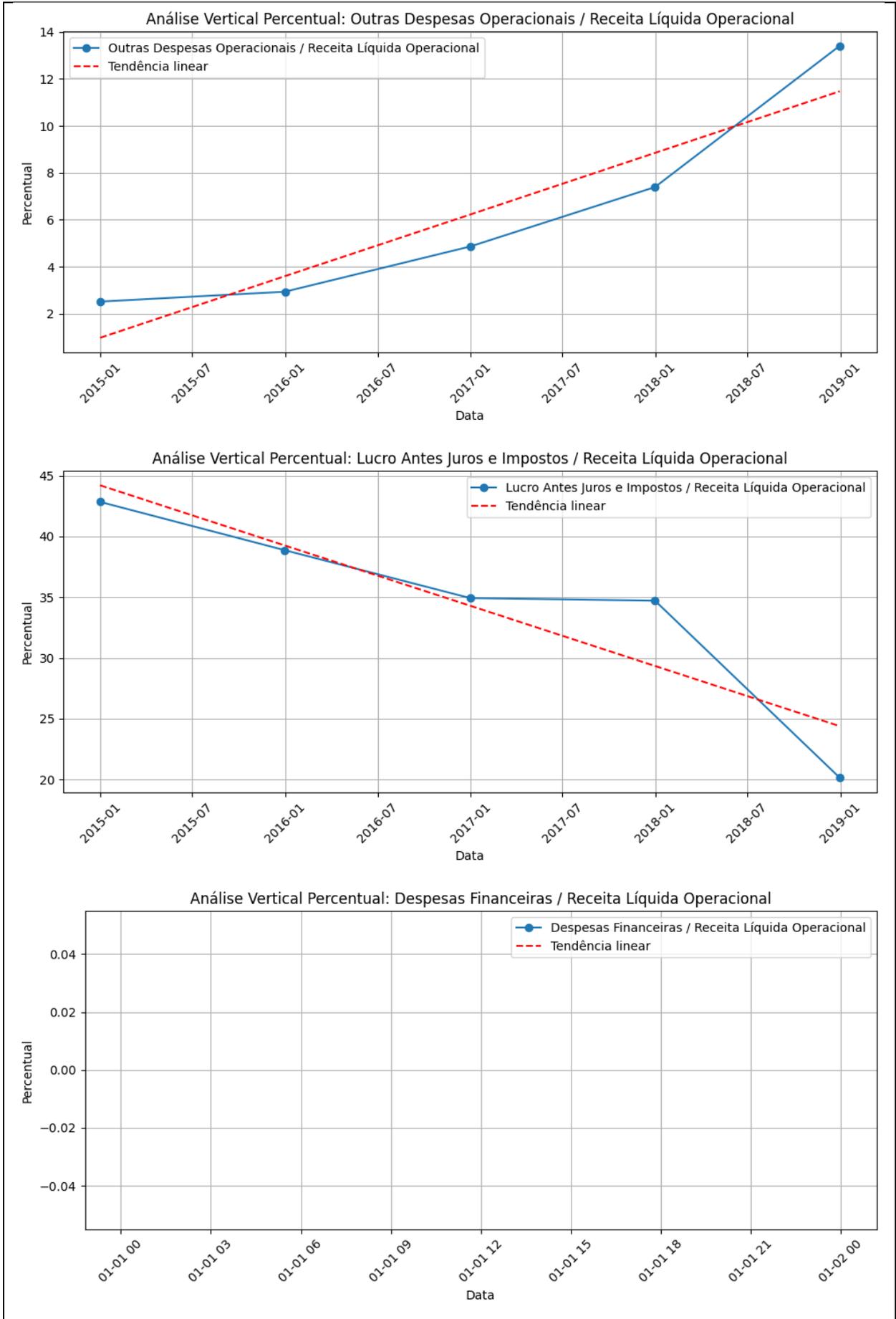
# Verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio no último período
print("[bold]Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:")
mensagem_ponto_equilibrio = verificar_ponto_equilibrio(ponto_equilibrio)
print(mensagem_ponto_equilibrio)
print("")

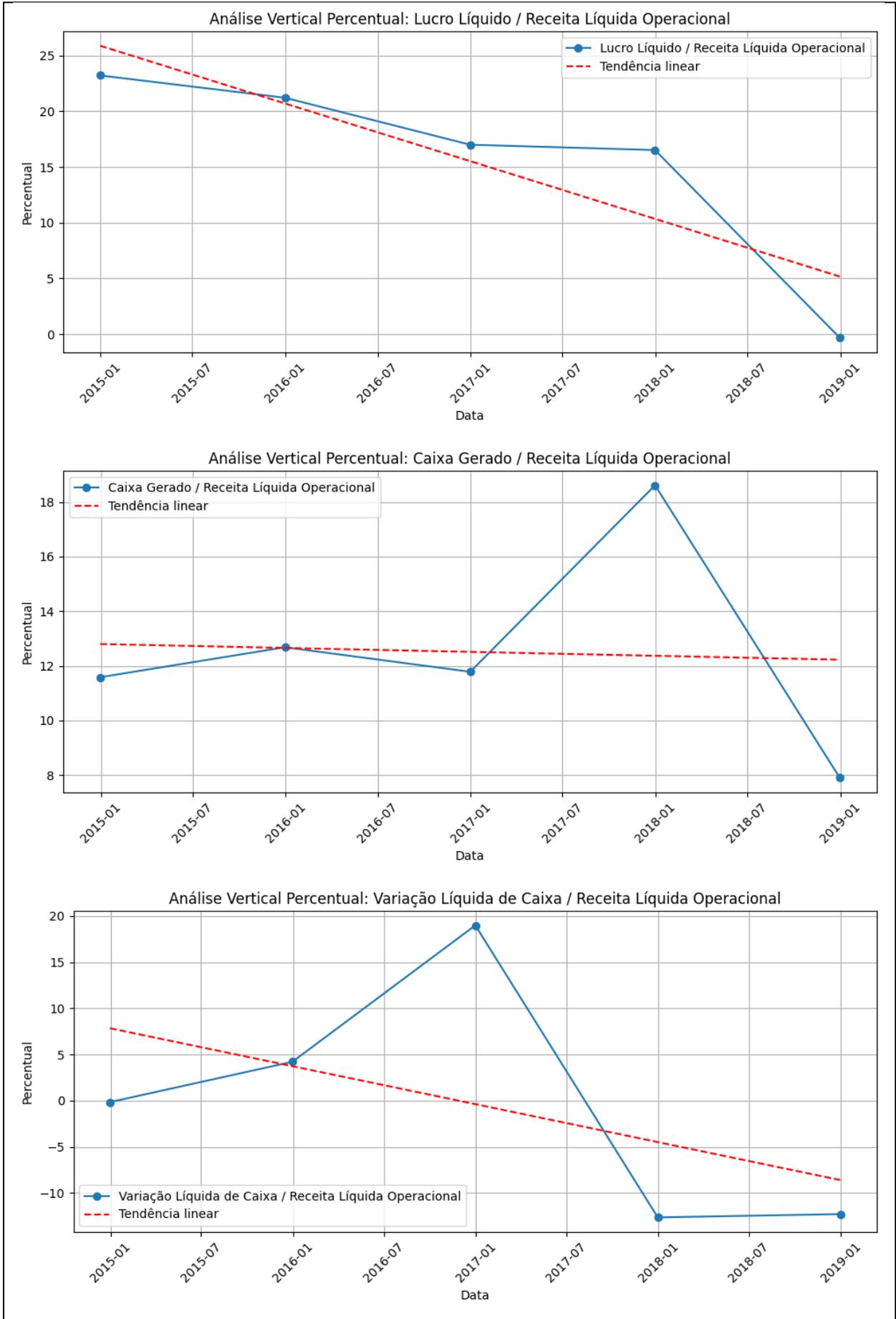
```

### RESULTADOS DO MÓDULO DE DIAGNÓSTICO – DRE / DF









**Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **1750262.51**

Último Período: **1558424.81**

**Análise Vertical****Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **14.08%**

Último Período: **11.61%**

**Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **51.62%**

Último Período: **68.26%**

**Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **13.14%**

Último Período: **14.84%**

**Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **30.50%**

Último Período: **34.19%**

**Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **6.22%**

Último Período: **13.41%**

**Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **34.30%**

Último Período: **20.13%**

**Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **nan%**

Último Período: nan%

**Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **15.53%**

Último Período: **-0.32%**

**Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **12.51%**

Último Período: **7.90%**

**Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **-0.38%**

Último Período: **-12.28%**

**Mensagens do Diagnóstico Expert:**

**Análise da Receita Líquida:**

A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.

**Análise dos Custos com Produtos Vendidos:**

Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.

**Análise das Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros - Telefonia - TI - Sistema - Escritório Jurídico - Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de pessoas;
5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;
6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;
7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **78.02%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

#### **Análise das Despesas com Vendas:**

É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **32.63%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

#### **Análise das Despesas Administrativas:**

É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros - Telefonia - TI - Sistema - Escritório Jurídico - Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de backoffice;
5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **70.75%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

#### **Análise das Outras Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **85.08%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

### Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:

A operação encontra-se sobre controle, apresentando um Lucro antes de Juros e Imposto de Renda dentro dos parâmetros analisar.

### Análise de Despesas Financeiras:

As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.

### Análise do Lucro Líquido:

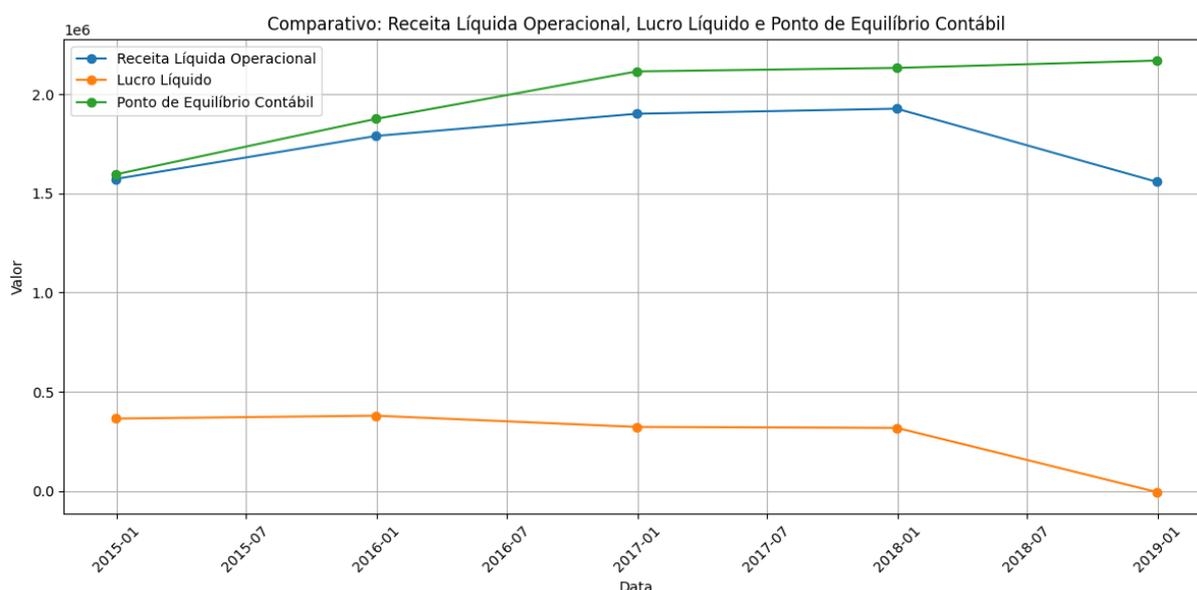
O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

### Análise do Caixa Gerado:

A capacidade de Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

### Análise da Variação de Caixa:

A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.



### Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:

A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período.

Nos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em 5 de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e despesas da c

ompanhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial, com o intuito de alavancar as Receitas.

## 5.9 ANÁLISE BALANÇO PATRIMONIAL

In [2]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print

# Função para calcular a análise vertical percentual das relações com o Ativo Total
def analise_vertical_ativo_total(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular as relações percentuais em relação ao Ativo Total
    df_analise = pd.DataFrame()
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
    df_analise['Ativo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Passivo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Passivo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Caixa e equivalentes de caixa'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Estoques / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Estoques'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Imobilizado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Imobilizado'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Intangíveis líquido / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Intangíveis líquido'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Total empres e financ CP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ CP'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Total empres e financ LP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ LP'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Patrim liq consolidado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Patrim liq consolidado'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100

    return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical_ativo_total(df_analise):
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangíveis líquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        plt.figure(figsize=(10, 5))
        plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)
```

```

# Adicionar análise de tendência linear
X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
y = df_analise[var].values
model = sm.OLS(y, X).fit()
tendencia = model.predict(X)
plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Percentual')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência em relação ao Ativo Total
def diagnostico_tendencia_ativo_total(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangíveis líquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        y = df_analise[var].values
        tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"
        valor_medio = y.mean()
        valor_ultimo_periodo = y[-1]
        diagnosticos[var] = {
            "Tendência": tendencia,
            "Valor Médio": valor_medio,
            "Último Período": valor_ultimo_periodo
        }

    return diagnosticos

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert_bp(df_analise, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação do Caixa e Equivalente de Caixa
    equivalente_caixa = diagnosticos['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total']
    if equivalente_caixa['Último Período'] < 7:
        mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
        mensagens.append("""A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal.
Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;

```

```

3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as
disponibilidades de Caixa;
4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie
o alongamento dos prazos. """
elif equivalente_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
    mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
    mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros
    analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos,
    despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.
    Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades
    de Caixa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
    mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os
    custos, despesas, investimentos e endividamento para que as Disponibilidades de Caixa não sejam
    afetadas.")

# Avaliação dos Estoques
estoques = diagnosticos['Estoques / Ativo Total']
if estoques['Último Período'] > 10:
    excesso = estoques['Último Período'] - 10
    reducao_percentual = (excesso / estoques['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
    mensagens.append(f""O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a
    seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
    1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de
    estoque;
    2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
    3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;
    4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

    Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução
    aproximada de {reducao_percentual:.2f}% dos ativos atuais.""")
elif estoques['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se dentro dos parâmetros
    normais, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de
    receita por falta de produtos.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se sob controle, monitore os
    estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")

# Avaliação do Imobilizado
imobilizado = diagnosticos['Imobilizado / Ativo Total']
if imobilizado['Último Período'] > 20:
    excesso = imobilizado['Último Período'] - 20
    reducao_percentual = (excesso / imobilizado['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")
    mensagens.append(f""Os Bens Imobilizados da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal.
    Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
    1. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de
    caixa;
    2. Reavaliar o processo de tomada de decisão frente à alta imobilização de recursos financeiros;
    3. Implementar ferramentas para subsidiar a análise de investimentos;

```

4. Avaliar a possibilidade de evitar a imobilização do recurso financeiro frente à possibilidade de realização de contratos de leasing e locação.

Para que os Bens Imobilizados retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% dos ativos atuais."")

**elif** imobilizado['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os orçamentos e investimentos.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os orçamentos e investimentos.")

*# Avaliação dos Empréstimos de CP*

emprestimo\_cp = diagnosticos['Total empres e financ CP / Ativo Total']

**if** emprestimo\_cp['Último Período'] > 8:

    excesso = emprestimo\_cp['Último Período'] - 8

    reducao\_percentual = (excesso / emprestimo\_cp['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append(f"O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no curto prazo;
2. Avaliar a possibilidade de reestruturar os contratos de empréstimos e financiamentos alongando a dívida;
3. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa e consequentemente reduzir o endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Curto Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais."")

**elif** emprestimo\_cp['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

*# Avaliação dos Empréstimos de LP*

emprestimo\_lp = diagnosticos['Total empres e financ LP / Ativo Total']

**if** emprestimo\_lp['Último Período'] > 21:

    excesso = emprestimo\_lp['Último Período'] - 21

    reducao\_percentual = (excesso / emprestimo\_lp['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append(f"O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no longo prazo;

2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais."")

```
elif emprestimo_lp['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")
```

```
    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")
```

```
    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")
```

```
# Avaliação do Patrimônio Líquido
```

```
patrimonio_liquido = diagnosticos['Patrim liq consolidado / Ativo Total']
```

```
if patrimonio_liquido['Último Período'] < 50:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
```

```
    mensagens.append("O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal.
```

Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo."")

```
elif patrimonio_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
```

```
    mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
```

```
    mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.")
```

```
return mensagens
```

```
# Código para execução da análise
```

```
# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
```

```
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')
```

```
# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
```

```
df.columns = df.columns.str.strip()
```

```
# Filtrar os dados para a empresa CVCB3
```

```
df_CVCB3 = df[df['Empresa'] == 'CVCB3']
```

```
# Calcular a análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
```

```
analise_vertical_ativo_total_CVCB3 = analise_vertical_ativo_total(df_CVCB3)
```

```
# Plotar gráficos da análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
```

```
plot_analise_vertical_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_CVCB3)
```

```

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos_ativo_total = diagnostico_tendencia_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_CVCB3)

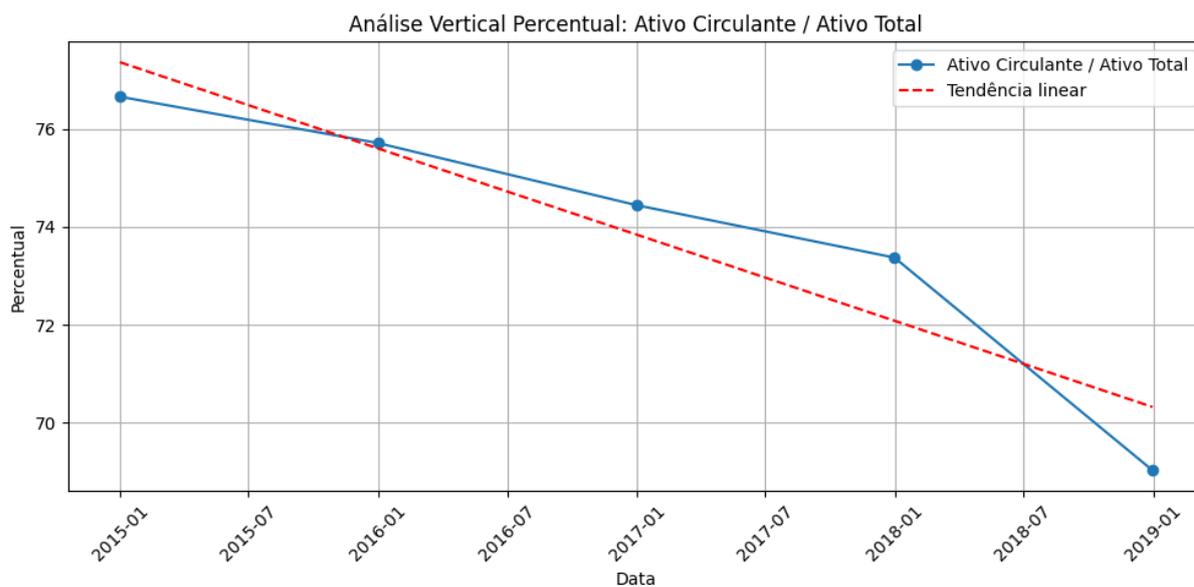
# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total")
for var, diagnostico in diagnosticos_ativo_total.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

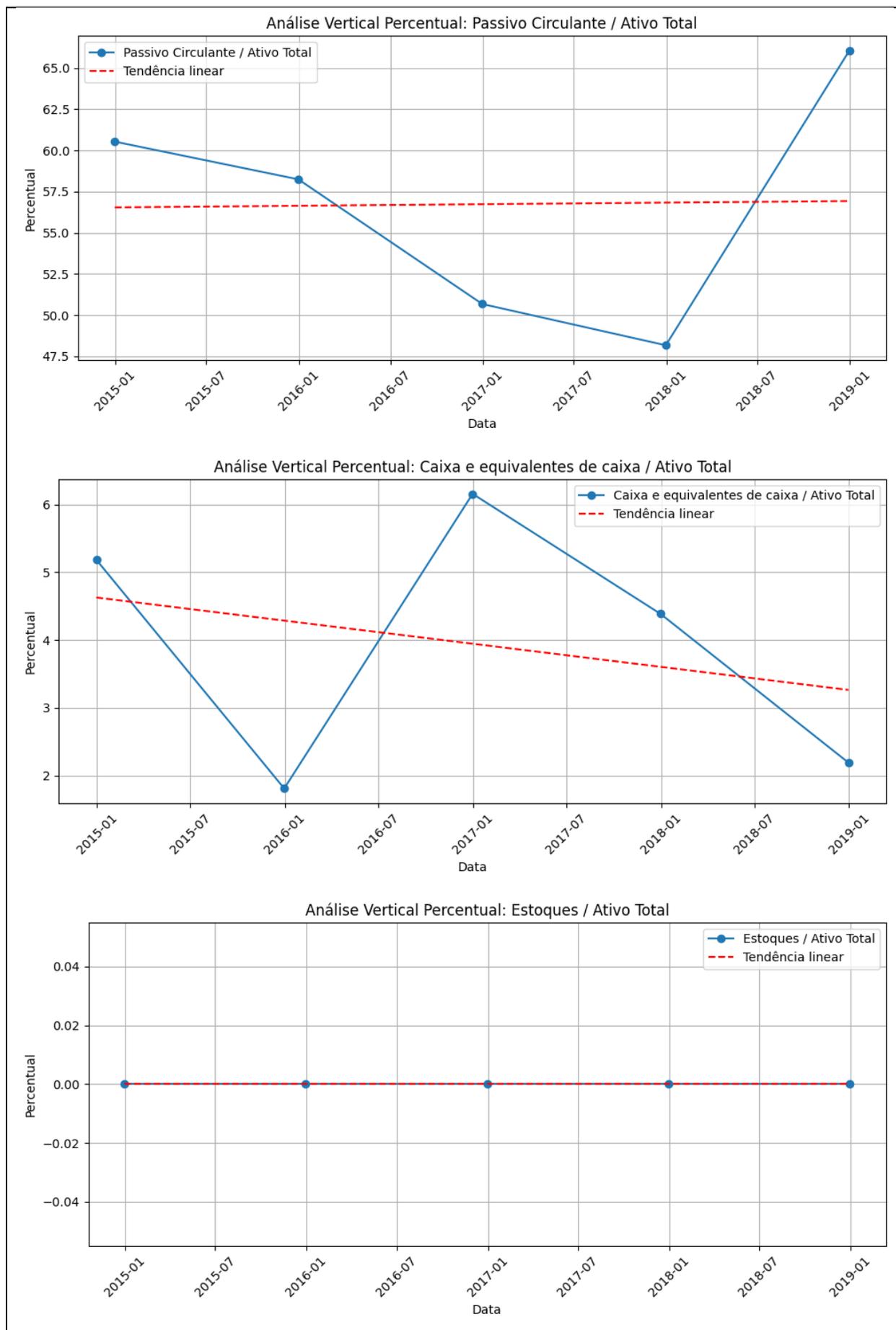
# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert_bp(analise_vertical_ativo_total_CVCB3, diagnosticos_ativo_total)

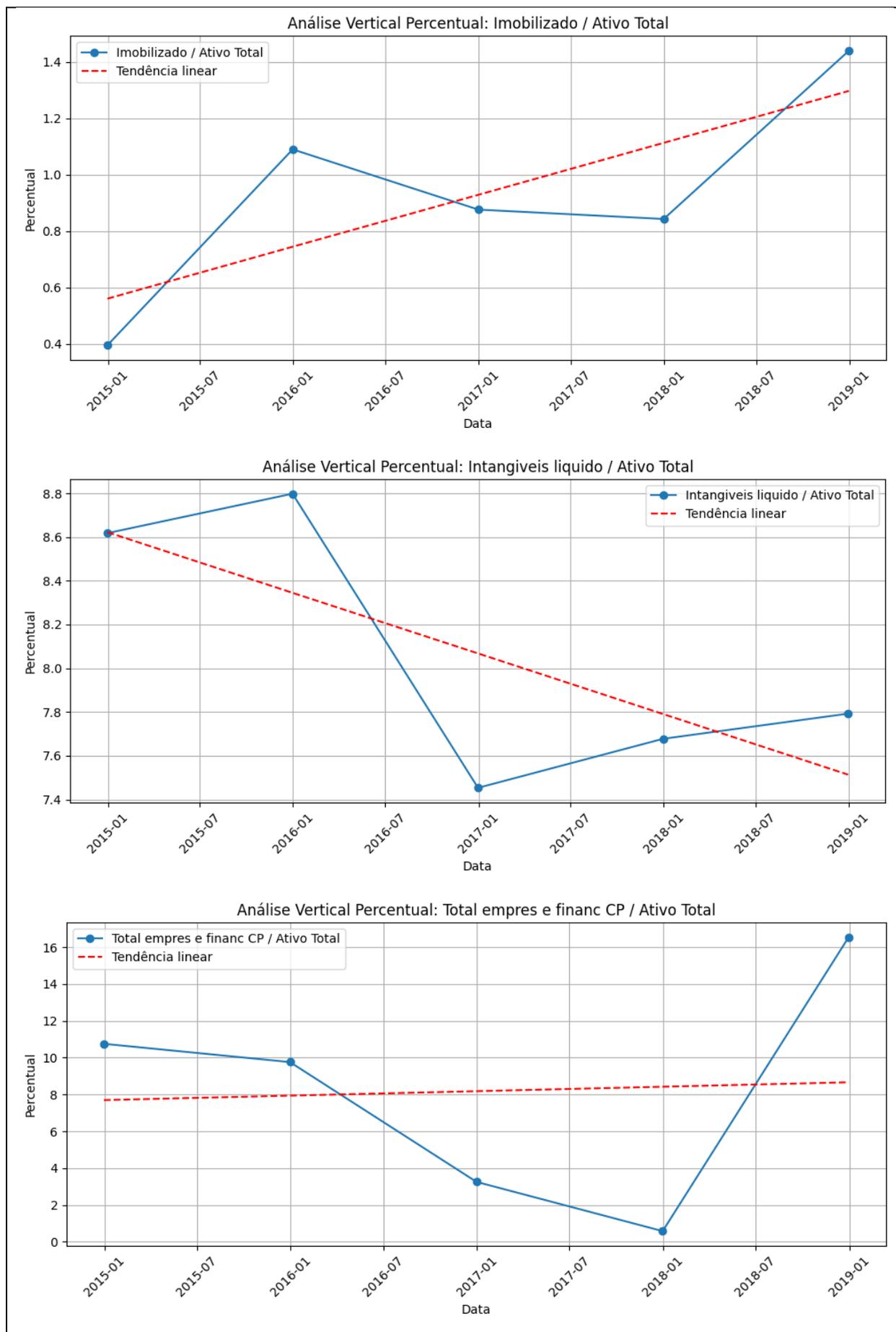
# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("[bold]RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

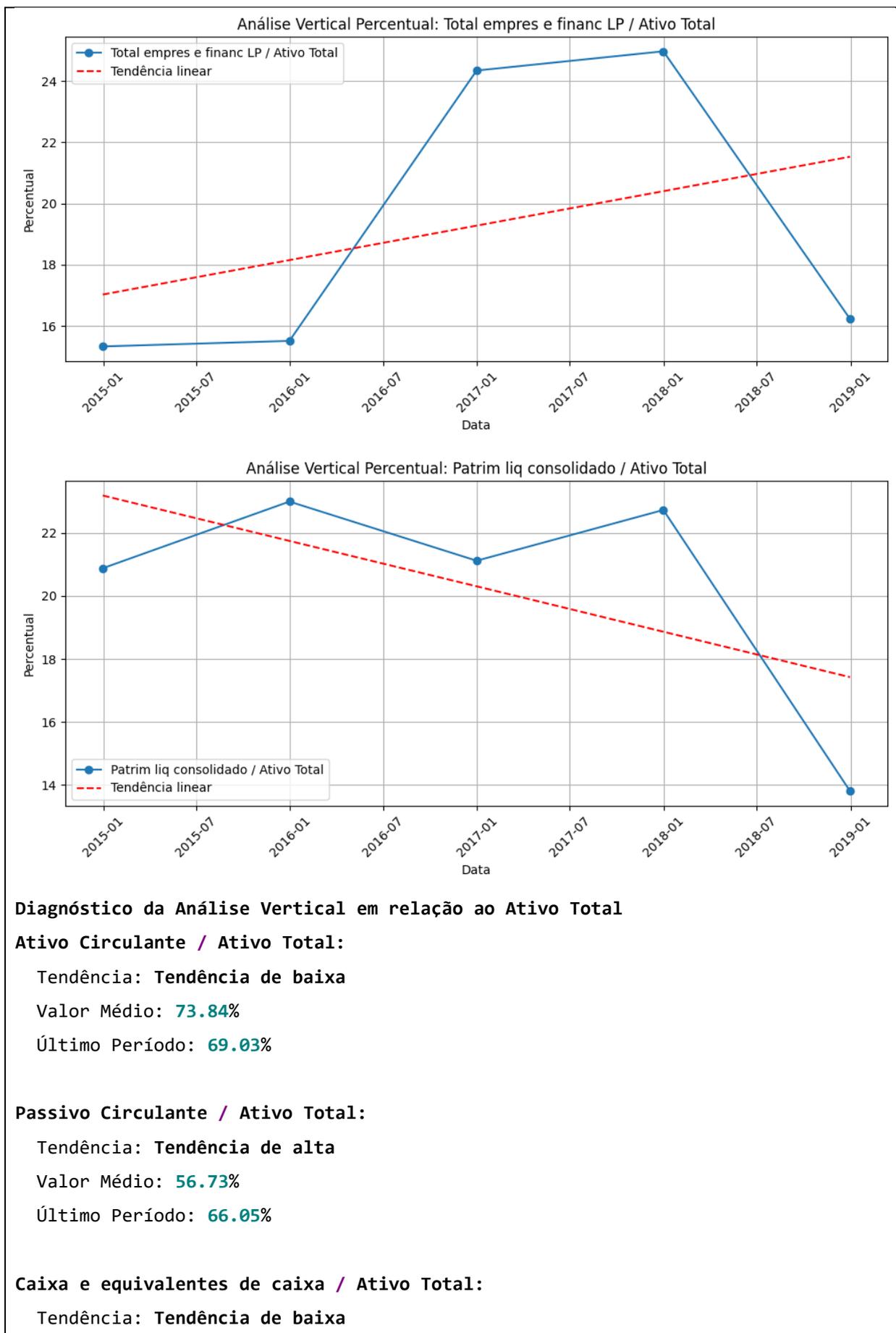
```

## RESULTADOS DO MÓDULO DE DIAGNÓSTICO – BP









Valor Médio: **3.95%**

Último Período: **2.19%**

**Estoques / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **0.00%**

Último Período: **0.00%**

**Imobilizado / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **0.93%**

Último Período: **1.44%**

**Intangíveis líquido / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **8.07%**

Último Período: **7.79%**

**Total empres e financ CP / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **8.18%**

Último Período: **16.55%**

**Total empres e financ LP / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **19.28%**

Último Período: **16.23%**

**Patrim liq consolidado / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **20.31%**

Último Período: **13.80%**

**RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:**

**Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:**

A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;

2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa;
4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie o alongamento dos prazos.

**Análise dos Estoques:**

O volume de Produtos em Estoque encontram-se sob controle, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.

**Análise do Imobilizado:**

Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os orçamentos e investimentos.

**Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no curto prazo;
2. Avaliar a possibilidade de reestruturar os contratos de empréstimos e financiamentos alongando a dívida;
3. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa e conseqüentemente reduzir o endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Curto Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **51.67%** nos Empréstimos e Financiamentos atuais.

**Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.

**Análise do Patrimônio Líquido:**

O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo.

## 5.10 LIQUIDEZ CORRENTE

In [3]:

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Função para calcular e plotar a análise da Liquidez Seca
def analise_liquidez_seca(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular a Liquidez Seca (Ativo Circulante - Estoques) / Passivo Circulante
    df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) /
    df_ultimos_5['Passivo Circulante']

    # Plotar o gráfico de Liquidez Seca
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Liquidez Seca'], marker='o', label='Liquidez Seca')

    # Adicionar linha de referência em 1.5
    plt.axhline(y=1.5, color='red', linestyle='--', label='Limite de 1.5')

    plt.title('Liquidez Seca (Últimos 5 Períodos)')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Índice de Liquidez Seca')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

    # Verificar o valor do último período
    liquidez_seca_ultimo = df_ultimos_5['Liquidez Seca'].iloc[-1]
    if liquidez_seca_ultimo >= 1.5:
        print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se dentro dos
        parâmetros analisar.")
    else:
        print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se abaixo dos
        parâmetros analisar. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie
        detalhadamente as recomendações citadas neste relatório")

# Exemplo de execução com um DataFrame
# Substitua o caminho do arquivo e as colunas conforme necessário para seus dados

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados (substitua o caminho do arquivo conforme
necessário)
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa de interesse, por exemplo, CVCB3
df_empresa = df[df['Empresa'] == 'CVCB3']

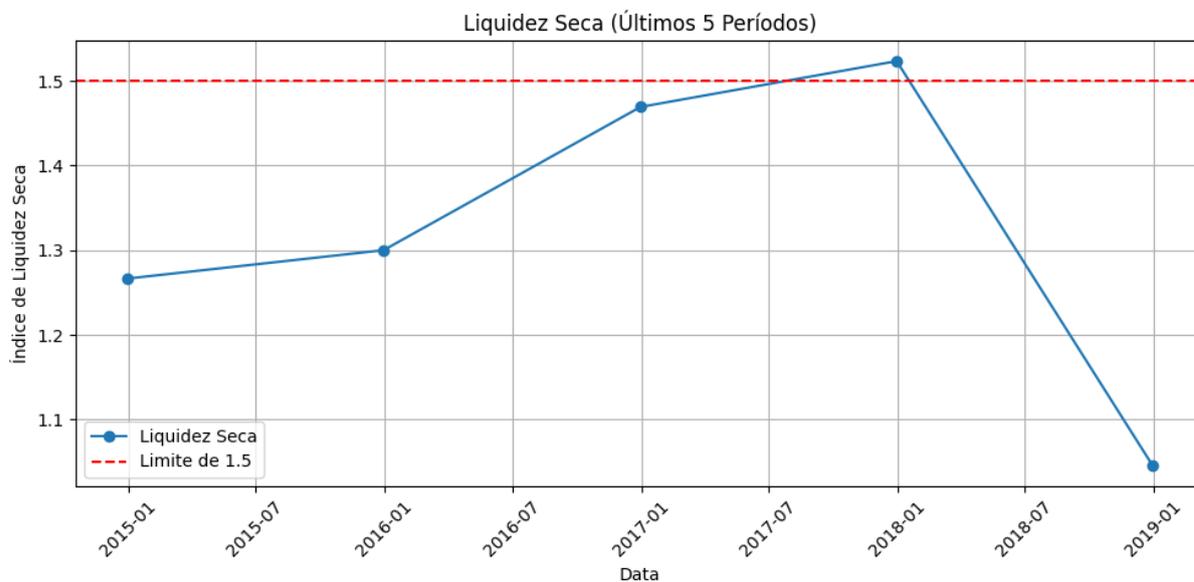
# Realizar a análise de Liquidez Seca
analise_liquidez_seca(df_empresa)

```

```
C:\Users\evert\AppData\Local\Temp\ipykernel_15968\3848339680.py:10: SettingWithCopyWarning:  
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.  
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead
```

See the caveats in the documentation: [https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\\_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy](https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy)

```
df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) / df_ultimos_5['Passivo Circulante']
```



A Liquidez Seca no último período (**1.05**) encontra-se abaixo dos parâmetros analisados. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie detalhadamente as recomendações citadas neste relatório.

## APÊNDICE I – SISTEMA ESPECIALISTA EMBRAER

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

### 5.11 ANÁLISE DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

In [1]:

```
# Função para calcular a análise vertical percentual das relações
def analise_vertical(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular as relações percentuais
    df_analise = pd.DataFrame()
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
    df_analise['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Custo Produtos
Vendidos'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Desp (recept)
operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas com
Vendas'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas
administrativ'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Outras
Despesas Operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro antes
jur&imp EBIT'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Despesas
Financeiras'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro liquido'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Caixa gerado por operac'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Variac liquida de
caixa'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100

    return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical(df_analise):
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
```

```

]

for var in variaveis:
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

    # Adicionar análise de tendência linear
    X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
    y = df_analise[var].values
    model = sm.OLS(y, X).fit()
    tendencia = model.predict(X)
    plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

    plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Percentual')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência
def diagnostico_tendencia(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
    ]
]

for var in variaveis:
    y = df_analise[var].values
    tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"
    valor_medio = y.mean()
    valor_ultimo_periodo = y[-1]
    diagnosticos[var] = {
        "Tendência": tendencia,
        "Valor Médio": valor_medio,
        "Último Período": valor_ultimo_periodo
    }

return diagnosticos

# Função para plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos com tendência
def plot_receita_liquida(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['+Receita liquida operac'], marker='o', label='+Receita liquida operac')

    # Adicionar análise de tendência linear

```

```

X = sm.add_constant(range(len(df_ultimos_5)))
y = df_ultimos_5['+Receita liquida operac'].values
model = sm.OLS(y, X).fit()
tendencia = model.predict(X)
plt.plot(df_ultimos_5['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

plt.title('Receita Líquida Operacional (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Valor Absoluto')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

return model

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert(df_analise, receita_tendencia, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação da Receita Líquida Operacional
    if receita_tendencia == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("""A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Queda, desta forma é importante realizar algumas ações para preservar a integridade econômica da operação, são elas:
1. Avaliar a redução de custos e despesas fixas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado;
2. Realizar a revisão dos preços praticados, com intenção de criar políticas que aumentem a competitividade no mercado;
3. Avaliar a possibilidade de realizar ações promocionais para promover o crescimento da Receita;
4. Realizar a revisão do planejamento comercial, especificamente diversificação de produtos, expansão de mercado e segmentação.""")

    # Avaliação do Custo dos Produtos Vendidos
    custo_produtos_vendidos = diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']
    if custo_produtos_vendidos['Último Período'] > 50:
        excesso = custo_produtos_vendidos['Último Período'] - 50
        reducao_percentual = (excesso / custo_produtos_vendidos['Último Período']) * 100

        mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
        mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;
2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;
3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;

```

4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;

5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

**elif** custo\_produtos\_vendidos['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")

    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")

    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")

*# Avaliação das Despesas Operacionais*

despesas\_operacionais = diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']

**if** despesas\_operacionais['Último Período'] > 15:

    excesso = despesas\_operacionais['Último Período'] - 15

    reducao\_percentual = (excesso / despesas\_operacionais['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")

    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de pessoas;
5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;
6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;
7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

**elif** despesas\_operacionais['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")

    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Operacionais para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")

    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")

*# Avaliação das Despesas com Vendas*

despesas\_vendas = diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']

**if** despesas\_vendas['Último Período'] > 10:

    excesso = despesas\_vendas['Último Período'] - 10

    reducao\_percentual = (excesso / despesas\_vendas['Último Período']) \* 100

```

mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
elif despesas_vendas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas com Vendas para que o mesmo não afete diretamente o
resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação das Despesas Administrativas
despesas_administrativas = diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']
if despesas_administrativas['Último Período'] > 10:
    excesso = despesas_administrativas['Último Período'] - 10
    reducao_percentual = (excesso / despesas_administrativas['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico –
Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de backoffice;
5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
elif despesas_administrativas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é
necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, continue
monitorando e controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação das Outras Despesas Operacionais

```

```

outras_despesas = diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
if outras_despesas['Último Período'] > 2:
    excesso = outras_despesas['Último Período'] - 2
    reducao_percentual = (excesso / outras_despesas['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de
contas encontra-se em desequilíbrio.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
elif outras_despesas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Outras Despesas Operacionais para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Antes de Juros e Impostos
lucro_ebit = diagnosticos['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional']
if lucro_ebit['Último Período'] > 13:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagens.append("A operação encontra-se sobre controle, apresentando um Lucro antes de Juros e
Imposto de Renda dentro dos parâmetros analisar.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagem = ""Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes
de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisar. Reavalie as contas a seguir:</b>""

# Condicional para '-Custo Produtos Vendidos'
if diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 50:
    mensagem += "\n* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';"

# Condicional para '-Desp (receit) operac'
if diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 15:
    mensagem += "\n* Exibe '-Desp (receit) operac';"

# Condicional para '+Despesas com Vendas'
if diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas com Vendas';"

# Condicional para '+Despesas administrativ'
if diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas administrativ';"

# Condicional para '+Outras Despesas Operac'
if diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 2:
    mensagem += "\n* Exibe '+Outras Despesas Operac';"

mensagens.append(mensagem)

# Avaliação do Resultado Financeiro
despesa_financeira = diagnosticos['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional']

```

```

if despesa_financeira['Último Período'] > 3:
    excesso = despesa_financeira['Último Período'] - 3
    reducao_percentual = (excesso / despesa_financeira['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
    mensagens.append(f""""A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se
em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser
avaliados:
1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estrutura com menores custos e
despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
    elif despesa_financeira['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas Financeiras para que o mesmo não afete diretamente o
resultado líquido.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Líquido
lucro_liquido = diagnosticos['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional']
if lucro_liquido['Último Período'] < 10:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
    mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes
operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser
preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
    elif lucro_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o
desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam
afetadas.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se sobre controle, monitore os custos e despesas para
que o Lucro Líquido possa ser maximizado.")

# Avaliação do Caixa Gerado
caixa_gerado = diagnosticos['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional']
if caixa_gerado['Último Período'] < 7:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar,
realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de
recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa
não sejam afetadas.")
    elif caixa_gerado['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")

```

```

mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais,
no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos custos, despesas,
prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem
como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os
custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser
preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

# Avaliação da Variação Líquida de Caixa
variacao_caixa = diagnostics['Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional']
if variacao_caixa['Último Período'] < 3:
    mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
    mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes
operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades
de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para
proteger as disponibilidades de Caixa.")
    elif variacao_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos
e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional
financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas,
investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

return mensagens

# Função para calcular o ponto de equilíbrio
def calcular_ponto_equilibrio(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Somar os custos variáveis e fixos dos últimos 5 períodos
    custo_variavel = df_ultimos_5[['-Custo Produtos Vendidos', '+Despesas com Vendas', '+Resultado
financeiro', '-Imp renda e contrib soc']].sum(axis=1)
    custo_fixo = df_ultimos_5[['+Despesas administrativ', '-Desp (receit) operac', '-Outras rec operacionais',
'+Outras Despesas Operac']].sum(axis=1)
    receita_liquida = df_ultimos_5['+Receita liquida operac']

    # Calcular a Margem de Contribuição e o Ponto de Equilíbrio
    margem_contribuicao = receita_liquida - custo_variavel
    indice_margem_contribuicao = margem_contribuicao / receita_liquida
    ponto_equilibrio_contabil = custo_fixo / indice_margem_contribuicao

df_ponto_equilibrio = pd.DataFrame({
    'Data': df_ultimos_5['Data'],
    'Custo Variável': custo_variavel,
    'Custo Fixo': custo_fixo,
    'Receita Líquida': receita_liquida,
    'Margem de Contribuição': margem_contribuicao,
    'Índice de Margem de Contribuição': indice_margem_contribuicao,
    'Ponto de Equilíbrio Contábil': ponto_equilibrio_contabil
})

```

```

return df_ponto_equilibrio

# Função para plotar gráfico comparativo
def plot_comparativo(df_ponto_equilibrio, df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'], marker='o', label='Receita
Líquida Operacional')
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Lucro líquido'], marker='o', label='Lucro Líquido')
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'], marker='o',
label='Ponto de Equilíbrio Contábil')

    plt.title('Comparativo: Receita Líquida Operacional, Lucro Líquido e Ponto de Equilíbrio Contábil')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Valor')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa EMBR3
df_EMBR3 = df[df['Empresa'] == 'EMBR3']

# Plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos e calcular tendência
model_receita = plot_receita_liquida(df_EMBR3)
receita_tendencia = "Tendência de alta" if model_receita.params[1] > 0 else "Tendência de baixa"
receita_valor_medio = df_EMBR3['+Receita líquida operac'].tail(5).mean()
receita_valor_ultimo_periodo = df_EMBR3['+Receita líquida operac'].tail(1).values[0]

# Calcular a análise vertical percentual para a empresa EMBR3
analise_vertical_EMBR3 = analise_vertical(df_EMBR3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual
plot_analise_vertical(analise_vertical_EMBR3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos = diagnostico_tendencia(analise_vertical_EMBR3)

# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:")
print(f" Tendência: [bold]{receita_tendencia}")
print(f" Valor Médio: {receita_valor_medio:.2f}")
print(f" Último Período: {receita_valor_ultimo_periodo:.2f}\n")

print("[bold]Análise Vertical")
for var, diagnostico in diagnosticos.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

```

```

# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert(df_EMBR3, receita_tendencia, diagnosticos)

# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("Mensagens do Diagnóstico Expert:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

# Calcular o ponto de equilíbrio dos últimos 5 períodos
ponto_equilibrio = calcular_ponto_equilibrio(df_EMBR3)

# Exibir ponto de equilíbrio
# print("\nPonto de Equilíbrio dos Últimos 5 Períodos:")
# print(ponto_equilibrio)

# Plotar gráfico comparativo
plot_comparativo(ponto_equilibrio, df_EMBR3)

# Função para verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio
def verificar_ponto_equilibrio(df_ponto_equilibrio):
    ultima_receita = df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'].iloc[-1]
    ultimo_pe = df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'].iloc[-1]

    if ultima_receita > ultimo_pe:
        mensagem = "A empresa encontra-se acima do ponto de equilíbrio no último período."
    else:
        mensagem = "A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período."

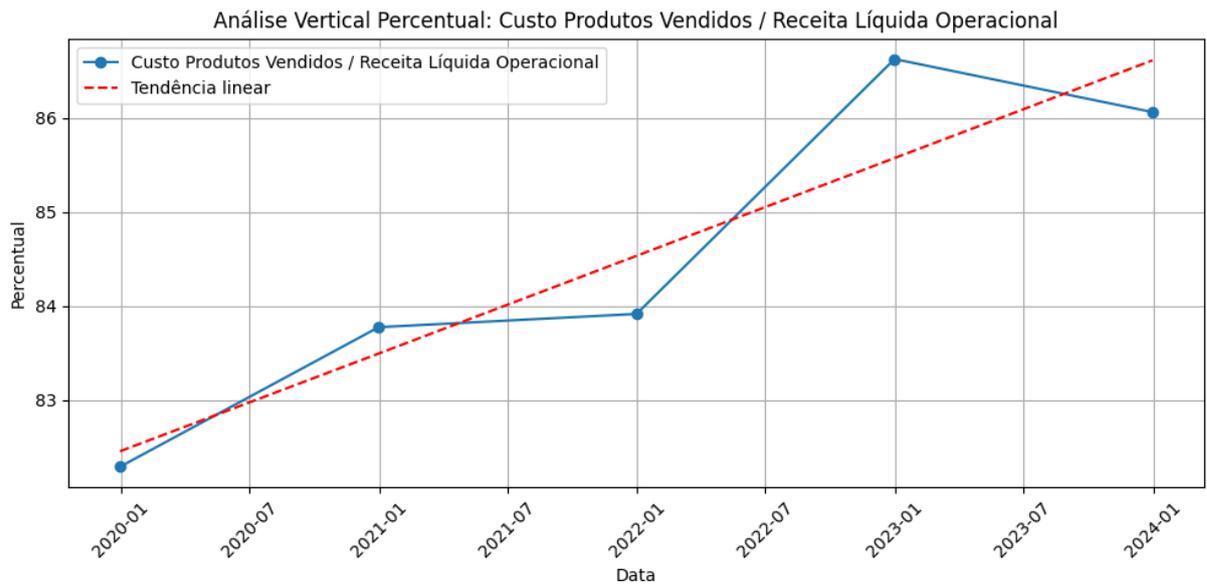
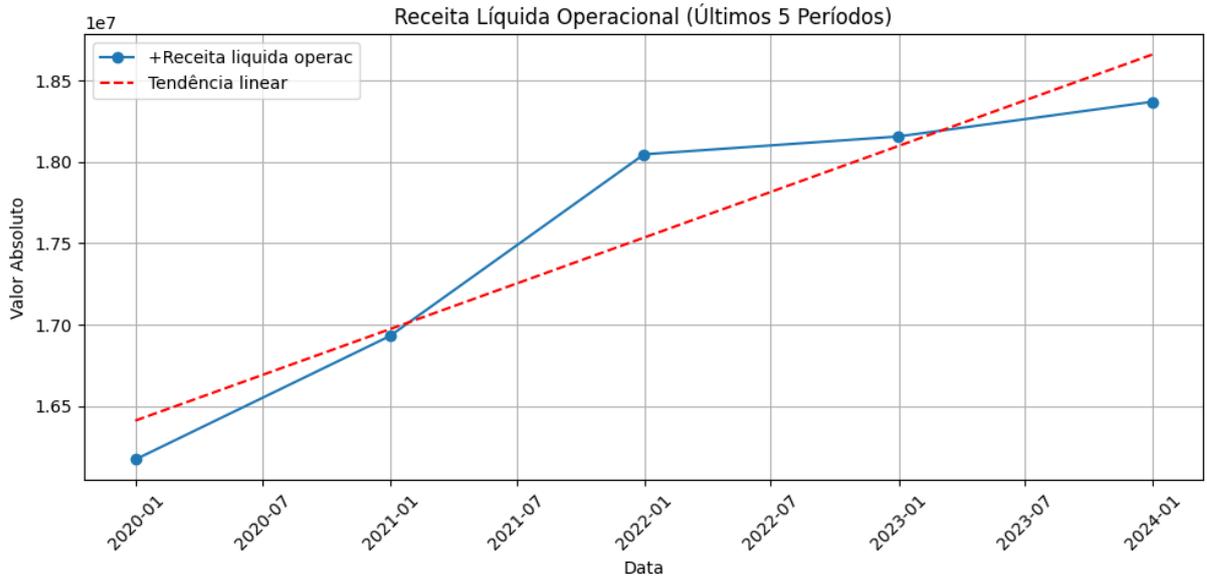
    # Verificar se nos períodos anteriores a receita foi consistentemente abaixo do ponto de equilíbrio
    abaixo_pe_anterior = df_ponto_equilibrio[df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'] <
df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil']].shape[0]
    if abaixo_pe_anterior > 0:
        mensagem += f"\nNos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em
{abaixo_pe_anterior} de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e
despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial,
com o intuito de alavancar as Receitas."
    else:
        mensagem += "\nA empresa não esteve abaixo do ponto de equilíbrio em nenhum dos últimos 5
períodos, sendo assim, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado."

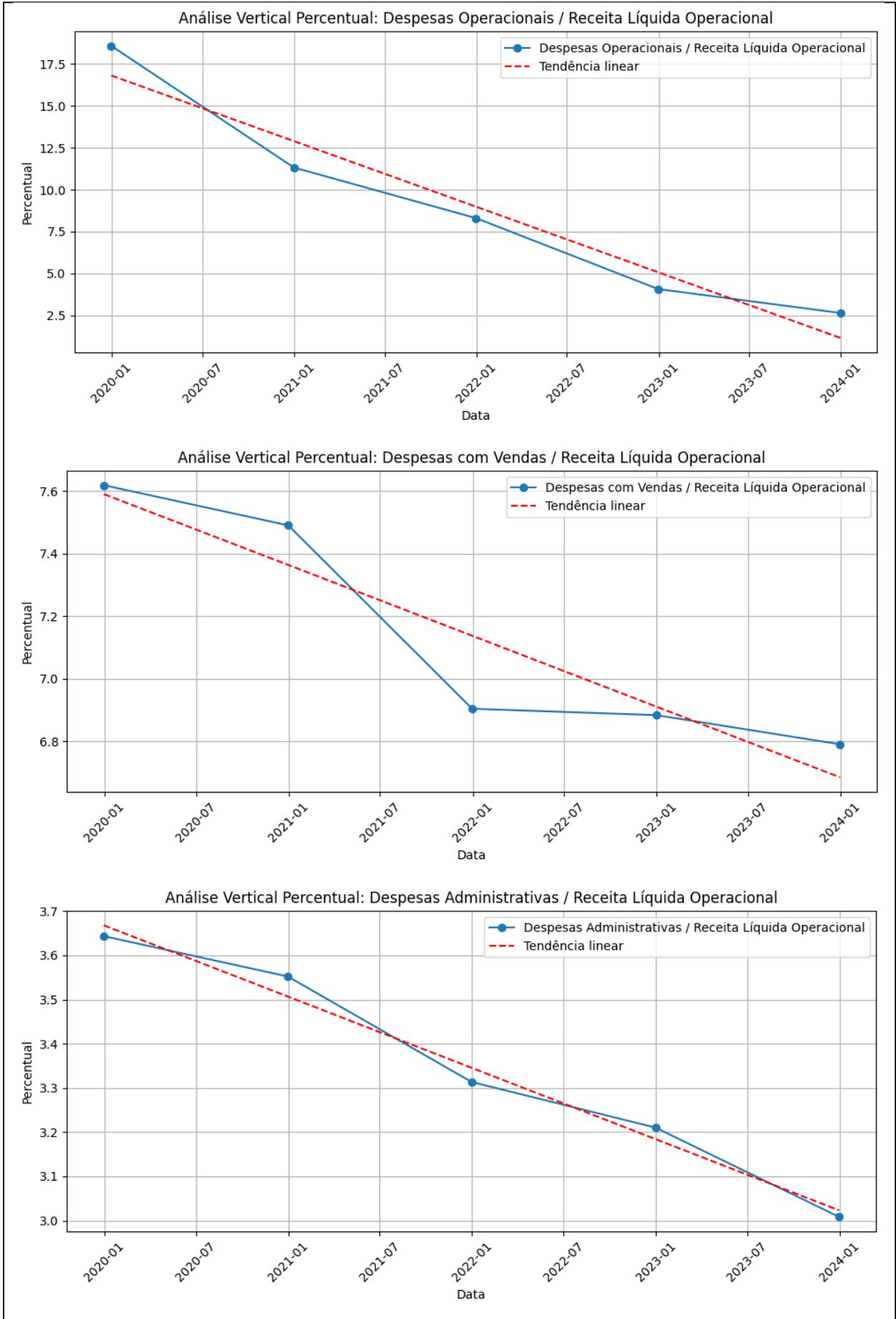
    return mensagem

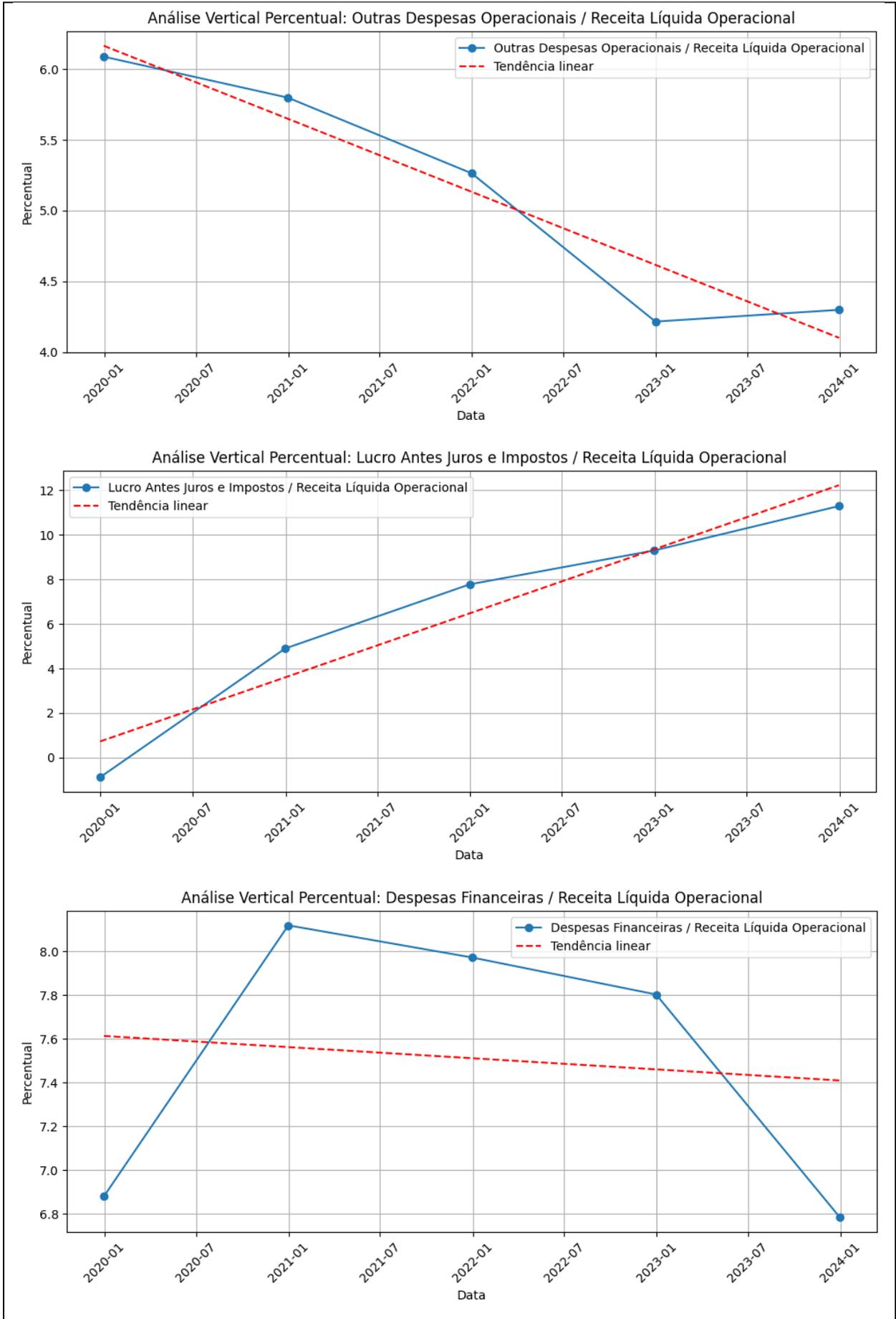
# Verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio no último período
print("[bold]Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:")
mensagem_ponto_equilibrio = verificar_ponto_equilibrio(ponto_equilibrio)
print(mensagem_ponto_equilibrio)
print("")

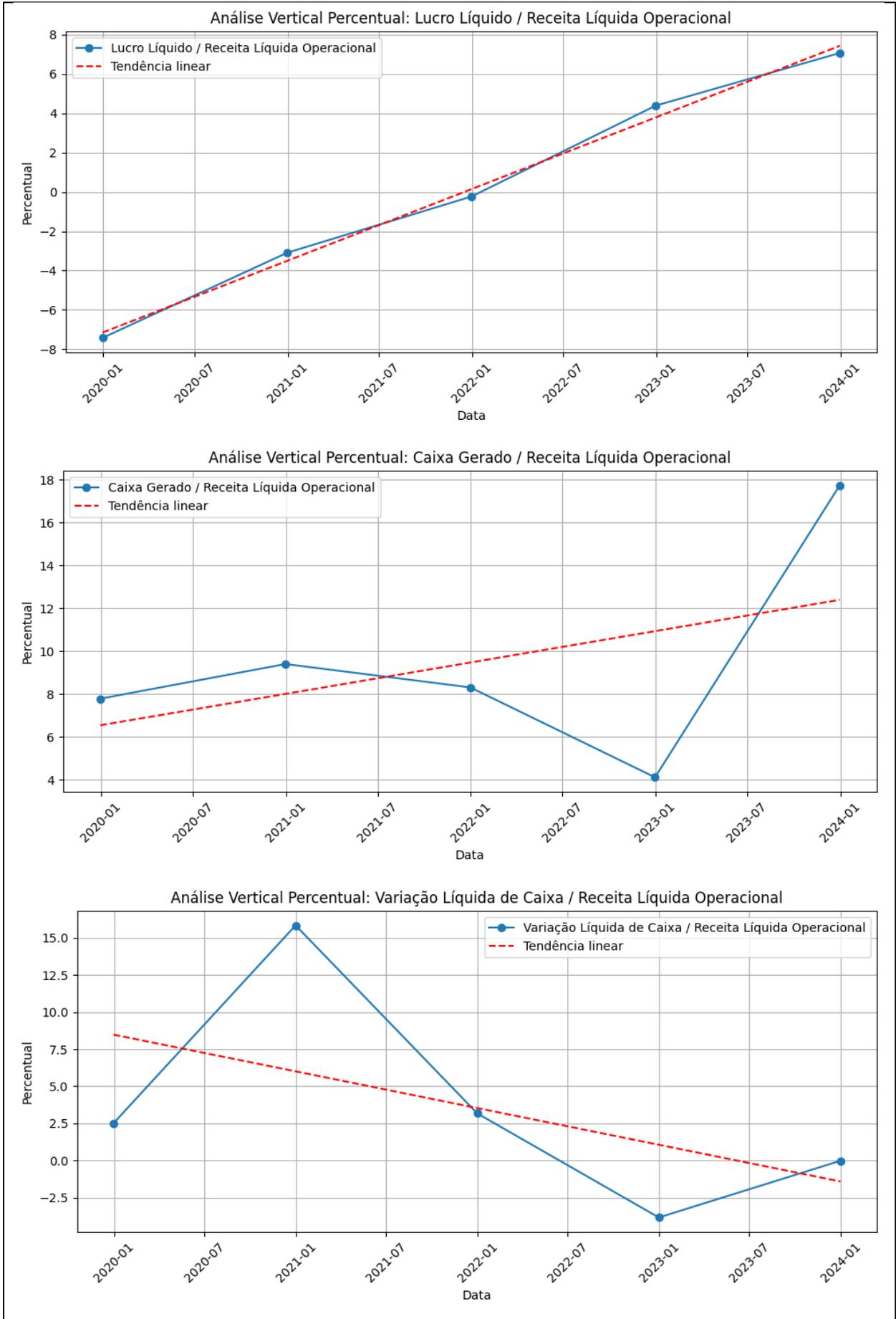
```

**RESULTADOS MÓDULO DE DIAGNÓSTICO – DRE E DF**









**Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **17535431.43**

Último Período: **18370629.11**

**Análise Vertical****Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **84.53%**

Último Período: **86.07%**

**Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **8.99%**

Último Período: **2.64%**

**Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **7.14%**

Último Período: **6.79%**

**Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **3.35%**

Último Período: **3.01%**

**Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **5.13%**

Último Período: **4.30%**

**Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **6.48%**

Último Período: **11.30%**

**Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **7.51%**

Último Período: **6.78%**

**Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **0.14%**

Último Período: **7.07%**

**Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **9.47%**

Último Período: **17.75%**

**Varição Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **3.53%**

Último Período: **-0.03%**

**Mensagens do Diagnóstico Expert:**

**Análise da Receita Líquida:**

A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.

**Análise dos Custos com Produtos Vendidos:**

É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;
2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;
3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;
4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;
5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **41.90%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise das Despesas Operacionais:**

As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.

**Análise das Despesas com Vendas:**

As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.

**Análise das Despesas Administrativas:**

As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.

**Análise das Outras Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **53.49%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:**

Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisados. Reavalie as contas a seguir:

\* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';

\* Exibe '+Outras Despesas Operac';

**Análise de Despesas Financeiras:**

A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estruturada com menores custos e despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **55.77%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

### Análise do Lucro Líquido:

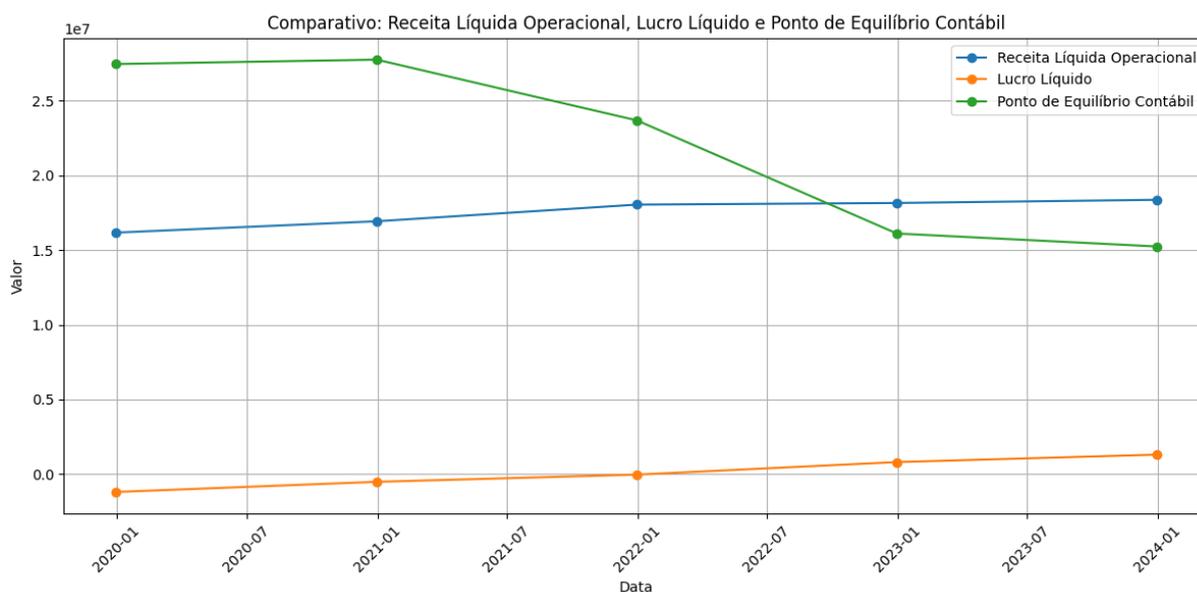
O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

### Análise do Caixa Gerado:

A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

### Análise da Variação de Caixa:

A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.



### Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:

A empresa encontra-se acima do ponto de equilíbrio no último período.

Nos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em 3 de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial, com o intuito de alavancar as Receitas.

## 5.12 ANÁLISE BALANÇO PATRIMONIAL

In [2]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

```

# Função para calcular a análise vertical percentual das relações com o Ativo Total
def analise_vertical_ativo_total(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular as relações percentuais em relação ao Ativo Total
    df_analise = pd.DataFrame()
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
    df_analise['Ativo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Passivo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Passivo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Caixa e equivalentes de caixa'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Estoques / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Estoques'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Imobilizado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Imobilizado'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Intangíveis líquido / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Intangíveis líquido'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Total empres e financ CP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ CP'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Total empres e financ LP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ LP'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
    df_analise['Patrim liq consolidado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Patrim liq consolidado'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100

    return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical_ativo_total(df_analise):
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangíveis líquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        plt.figure(figsize=(10, 5))
        plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

        # Adicionar análise de tendência linear
        X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
        y = df_analise[var].values
        model = sm.OLS(y, X).fit()
        tendencia = model.predict(X)
        plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

        plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
        plt.xlabel('Data')
        plt.ylabel('Percentual')
        plt.grid(True)
        plt.legend()
        plt.xticks(rotation=45)
        plt.tight_layout()

```

```

plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência em relação ao Ativo Total
def diagnostico_tendencia_ativo_total(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangíveis líquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        y = df_analise[var].values
        tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"
        valor_medio = y.mean()
        valor_ultimo_periodo = y[-1]
        diagnosticos[var] = {
            "Tendência": tendencia,
            "Valor Médio": valor_medio,
            "Último Período": valor_ultimo_periodo
        }

    return diagnosticos

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert_bp(df_analise, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação do Caixa e Equivalente de Caixa
    equivalente_caixa = diagnosticos['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total']
    if equivalente_caixa['Último Período'] < 7:
        mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
        mensagens.append("""A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal.
Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa;
4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie o alongamento dos prazos.""")
        elif equivalente_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
            mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
            mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
        else:
            mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")

```

```

mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, investimentos e endividamento para que as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

# Avaliação dos Estoques
estoques = diagnosticos['Estoques / Ativo Total']
if estoques['Último Período'] > 10:
    excesso = estoques['Último Período'] - 10
    reducao_percentual = (excesso / estoques['Último Período']) * 100

mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
mensagens.append(f"O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;
2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;
4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% dos ativos atuais.")
elif estoques['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se sob controle, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")

# Avaliação do Imobilizado
imobilizado = diagnosticos['Imobilizado / Ativo Total']
if imobilizado['Último Período'] > 20:
    excesso = imobilizado['Último Período'] - 20
    reducao_percentual = (excesso / imobilizado['Último Período']) * 100

mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")
mensagens.append(f"Os Bens Imobilizados da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa;
2. Reavaliar o processo de tomada de decisão frente à alta imobilização de recursos financeiros;
3. Implementar ferramentas para subsidiar a análise de investimentos;
4. Avaliar a possibilidade de evitar a imobilização do recurso financeiro frente à possibilidade de realização de contratos de leasing e locação.

Para que os Bens Imobilizados retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao_percentual:.2f}% dos ativos atuais.")
elif imobilizado['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")
    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os orçamentos e investimentos.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")
    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os orçamentos e investimentos.")

```

```

# Avaliação dos Empréstimos de CP
emprestimo_cp = diagnosticos['Total empres e financ CP / Ativo Total']
if emprestimo_cp['Último Período'] > 8:
    excesso = emprestimo_cp['Último Período'] - 8
    reducao_percentual = (excesso / emprestimo_cp['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")
    mensagens.append(f""O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo da companhia
encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que
deverão ser avaliados:
1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no
curto prazo;
2. Avaliar a possibilidade de reestruturar os contratos de empréstimos e financiamentos alongando a
dívida;
3. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de
caixa e conseqüentemente reduzir o endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Curto Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução
aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais.""")
    elif emprestimo_cp['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")
        mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro
de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de
minimizar os impactos financeiros no caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")
        mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro
de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros
no caixa.")

# Avaliação dos Empréstimos de LP
emprestimo_lp = diagnosticos['Total empres e financ LP / Ativo Total']
if emprestimo_lp['Último Período'] > 21:
    excesso = emprestimo_lp['Último Período'] - 21
    reducao_percentual = (excesso / emprestimo_lp['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")
    mensagens.append(f""O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia
encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que
deverão ser avaliados:
1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no
longo prazo;
2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do
endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução
aproximada de {reducao_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais.""")
    elif emprestimo_lp['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")
        mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro
de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de
minimizar os impactos financeiros no caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

```

```

mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro
de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros
no caixa.")

# Avaliação do Patrimônio Líquido
patrimonio_liquido = diagnosticos['Patrim liq consolidado / Ativo Total']
if patrimonio_liquido['Último Período'] < 50:
    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
    mensagens.append("""O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal.
Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar
o passivo.""")
    elif patrimonio_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
        mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o
Patrimônio Líquido positivo.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
        mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, monitore os
índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.")

return mensagens

# Código para execução da análise
# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa EMBR3
df_EMBR3 = df[df['Empresa'] == 'EMBR3']

# Calcular a análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
analise_vertical_ativo_total_EMBR3 = analise_vertical_ativo_total(df_EMBR3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
plot_analise_vertical_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_EMBR3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos_ativo_total = diagnostico_tendencia_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_EMBR3)

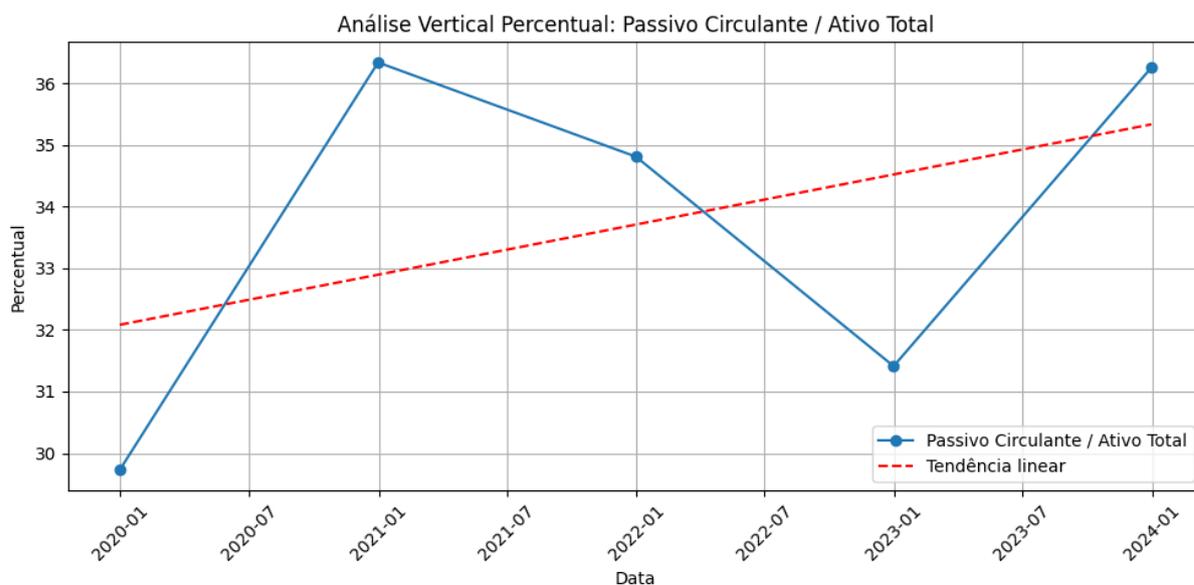
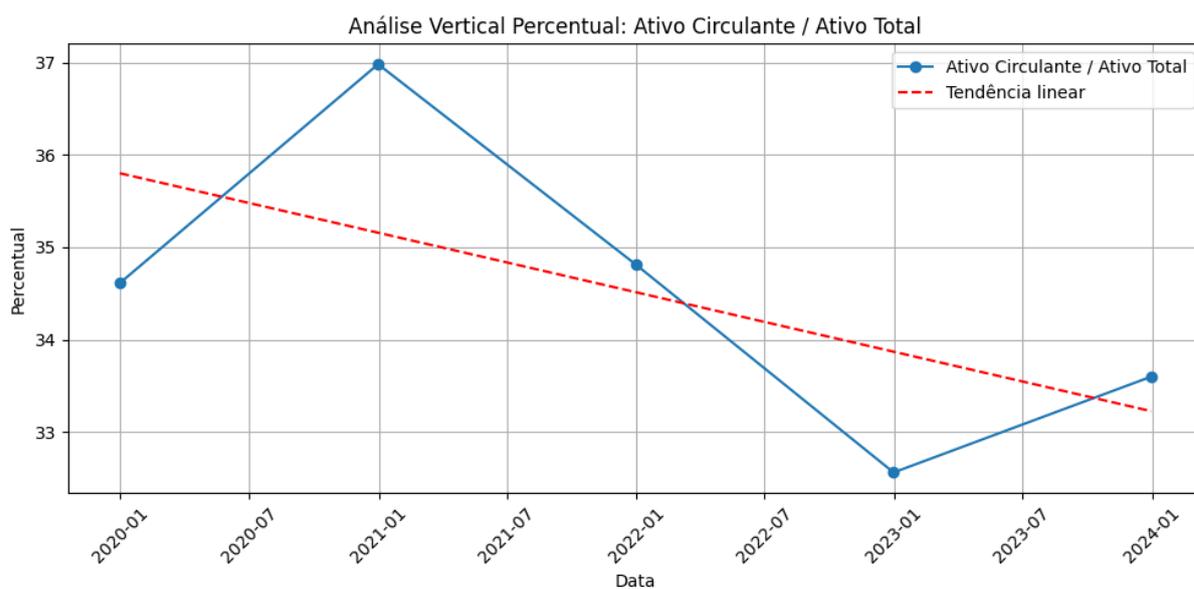
# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total")
for var, diagnostico in diagnosticos_ativo_total.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

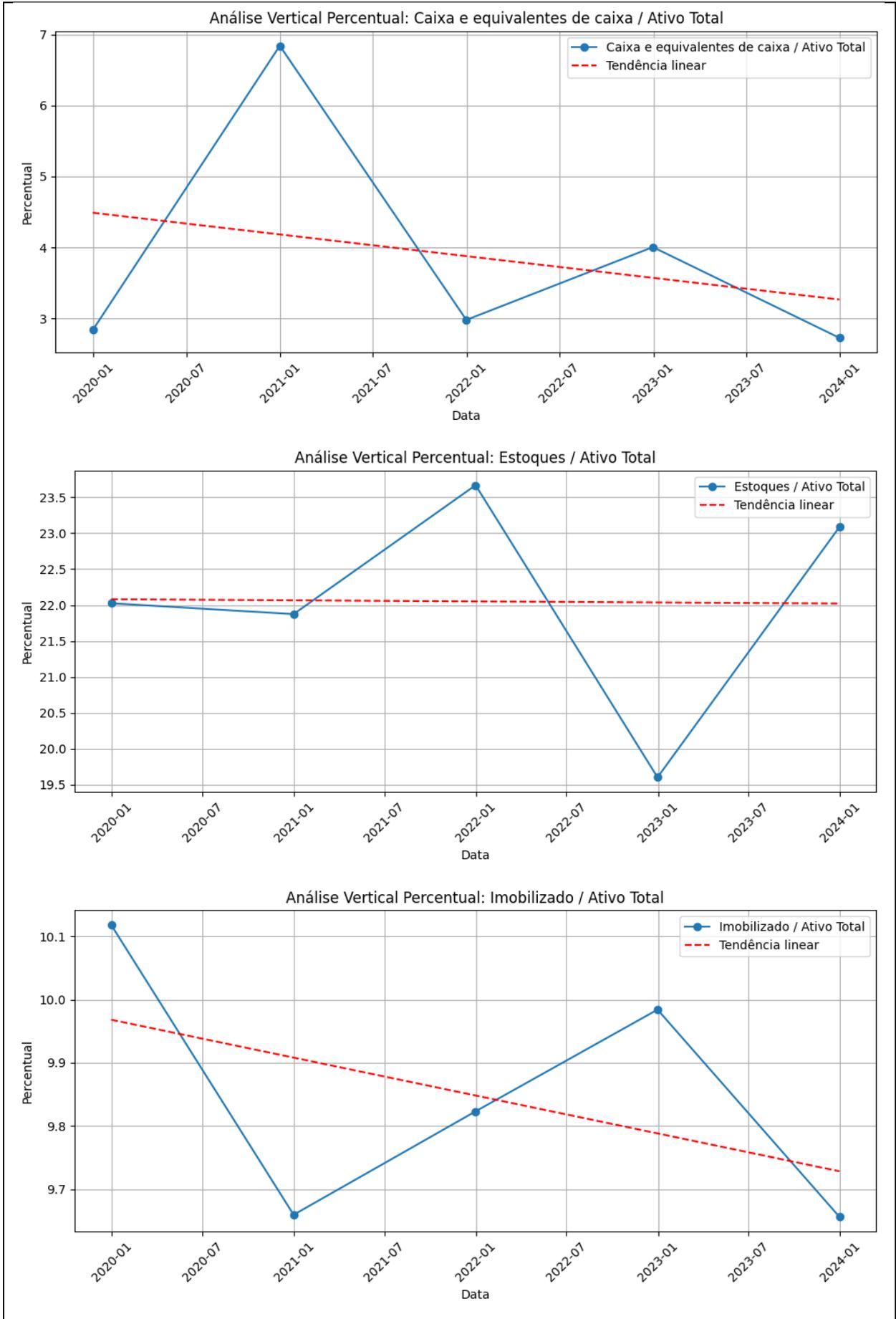
```

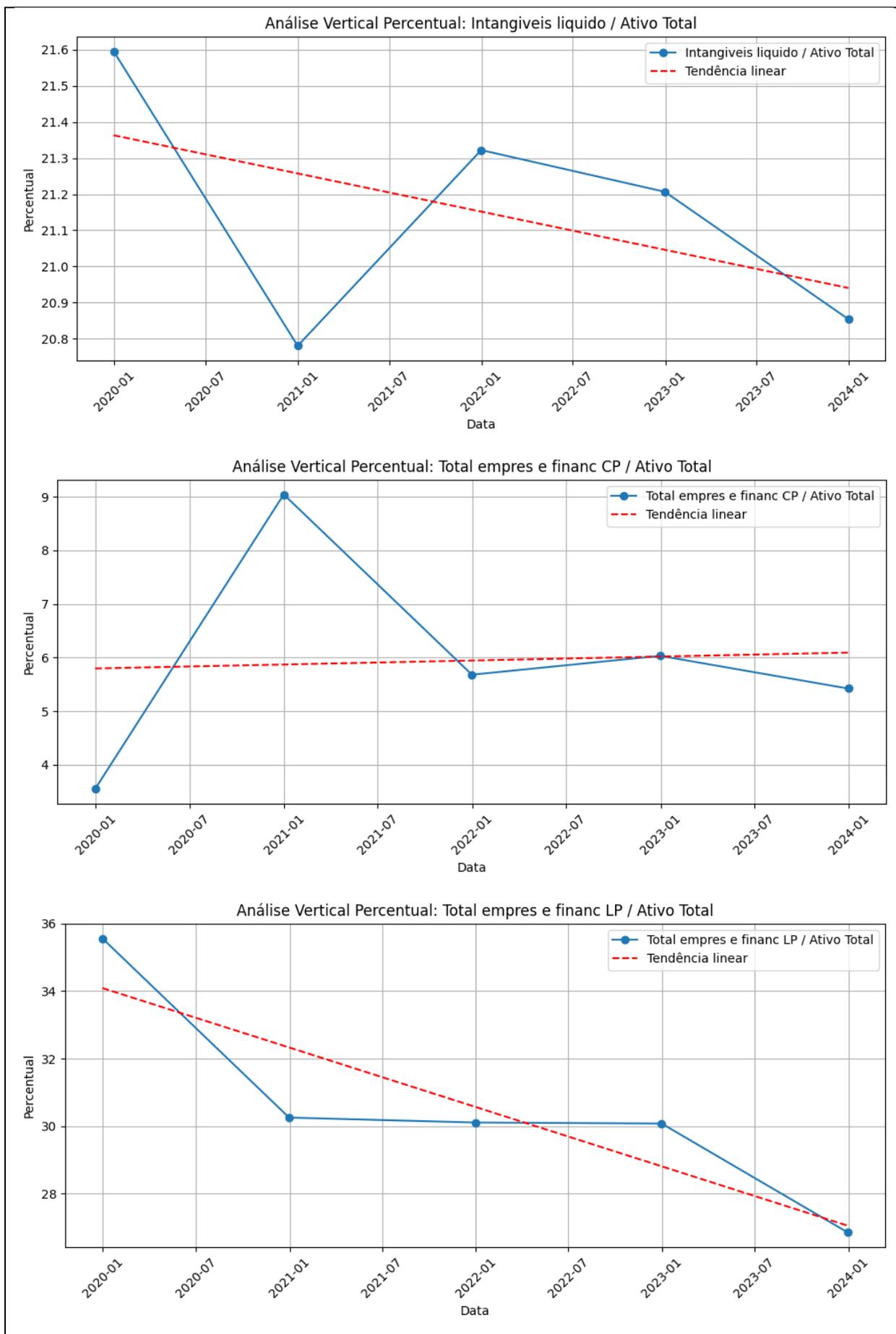
```
# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert_bp(analise_vertical_ativo_total_EMBR3, diagnosticos_ativo_total)
```

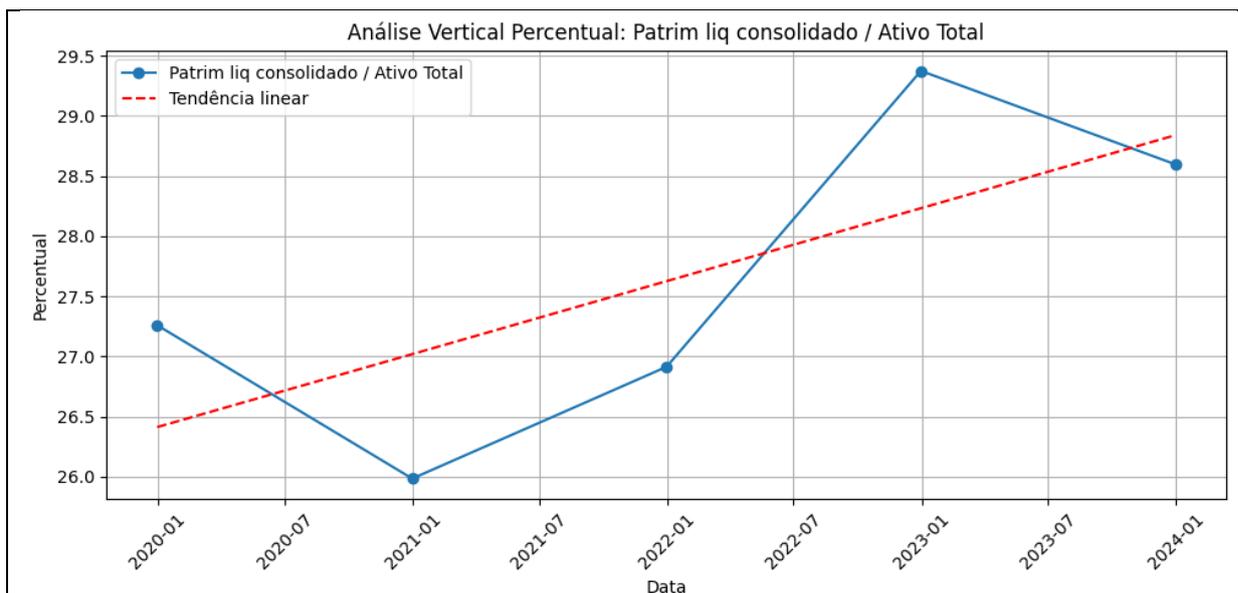
```
# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("[bold]RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco
```

## RESULTADOS MÓDULO DE DIAGNÓSTICO - BP









### Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total

#### Ativo Circulante / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **34.51%**

Último Período: **33.60%**

#### Passivo Circulante / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **33.71%**

Último Período: **36.25%**

#### Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **3.88%**

Último Período: **2.73%**

#### Estoques / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **22.05%**

Último Período: **23.09%**

#### Imobilizado / Ativo Total:

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **9.85%**

Último Período: **9.66%**

**Intangíveis líquido / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **21.15%**

Último Período: **20.85%**

**Total empres e financ CP / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **5.94%**

Último Período: **5.42%**

**Total empres e financ LP / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **30.57%**

Último Período: **26.85%**

**Patrim liq consolidado / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **27.63%**

Último Período: **28.60%**

**RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:****Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:**

A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa;
4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie o alongamento dos prazos.

**Análise dos Estoques:**

O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;
2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;

4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **56.69%** dos ativos atuais.

#### **Análise do Imobilizado:**

Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os orçamentos e investimentos.

#### **Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.

#### **Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no longo prazo;
2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **21.79%** nos Empréstimos e Financiamentos atuais.

#### **Análise do Patrimônio Líquido:**

O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo.

## 5.13 LIQUIDEZ CORRENTE

In [3]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# Função para calcular e plotar a análise da Liquidez Seca
def analise_liquidez_seca(df):
```

```

# Selecionar os últimos 5 períodos
df_ultimos_5 = df.tail(5)

# Calcular a Liquidez Seca (Ativo Circulante - Estoques) / Passivo Circulante
df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) /
df_ultimos_5['Passivo Circulante']

# Plotar o gráfico de Liquidez Seca
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Liquidez Seca'], marker='o', label='Liquidez Seca')

# Adicionar linha de referência em 1.5
plt.axhline(y=1.5, color='red', linestyle='--', label='Limite de 1.5')

plt.title('Liquidez Seca (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Índice de Liquidez Seca')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Verificar o valor do último período
liquidez_seca_ultimo = df_ultimos_5['Liquidez Seca'].iloc[-1]
if liquidez_seca_ultimo >= 1.5:
    print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se dentro dos
parâmetros analisar.")
else:
    print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se abaixo dos
parâmetros analisar. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie
detalhadamente as recomendações citadas neste relatório")

# Exemplo de execução com um DataFrame
# Substitua o caminho do arquivo e as colunas conforme necessário para seus dados

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados (substitua o caminho do arquivo conforme
necessário)
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

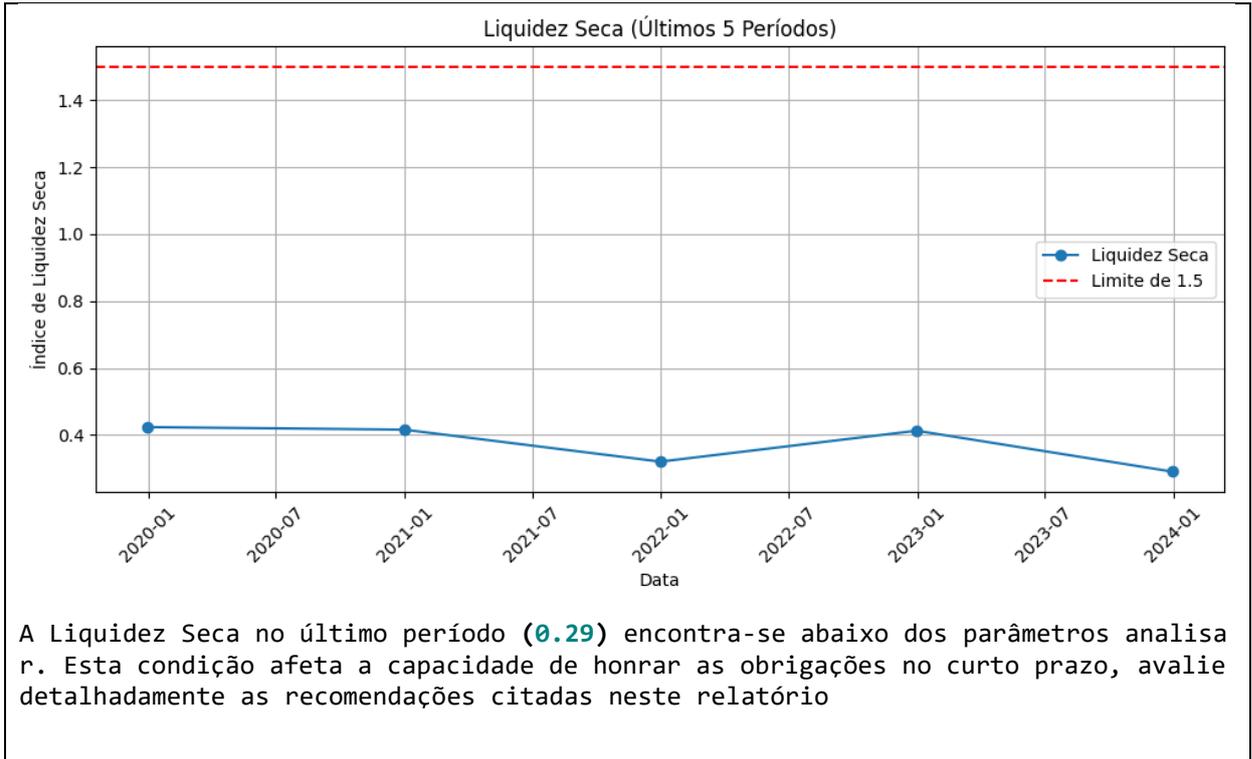
# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa de interesse, por exemplo, EMBR3
df_empresa = df[df['Empresa'] == 'EMBR3']

# Realizar a análise de Liquidez Seca
analise_liquidez_seca(df_empresa)
C:\Users\evert\AppData\Local\Temp\ipykernel_18928\10979748.py:10: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexin
g.html#returning-a-view-versus-a-copy
df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) / df_ultimos_
5['Passivo Circulante']

```



## APÊNDICE J – SISTEMA ESPECIALISTA LOJAS RENNER

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

### 5.14 ANÁLISE DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

In [1]:

```
# Função para calcular a análise vertical percentual das relações
def analise_vertical(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular as relações percentuais
    df_analise = pd.DataFrame()
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
    df_analise['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Custo Produtos
Vendidos'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Desp (receit
operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas com
Vendas'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Despesas
administrativ'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Outras
Despesas Operac'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro antes
jur&imp EBIT'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['-Despesas
Financeiras'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Lucro liquido'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['+Caixa gerado por operac'] /
df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100
    df_analise['Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'] = (df_ultimos_5['=Variac liquida de
caixa'] / df_ultimos_5['+Receita liquida operac']) * 100

    return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical(df_analise):
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
```

```

]

for var in variaveis:
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

    # Adicionar análise de tendência linear
    X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
    y = df_analise[var].values
    model = sm.OLS(y, X).fit()
    tendencia = model.predict(X)
    plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

    plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Percentual')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência
def diagnostico_tendencia(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional',
        'Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional',
        'Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional',
        'Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional',
        'Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional',
        'Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional'
    ]
]

for var in variaveis:
    y = df_analise[var].values
    tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"
    valor_medio = y.mean()
    valor_ultimo_periodo = y[-1]
    diagnosticos[var] = {
        "Tendência": tendencia,
        "Valor Médio": valor_medio,
        "Último Período": valor_ultimo_periodo
    }

return diagnosticos

# Função para plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos com tendência
def plot_receita_liquida(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['+Receita líquida operac'], marker='o', label='+Receita líquida operac')

    # Adicionar análise de tendência linear

```

```

X = sm.add_constant(range(len(df_ultimos_5)))
y = df_ultimos_5['+Receita liquida operac'].values
model = sm.OLS(y, X).fit()
tendencia = model.predict(X)
plt.plot(df_ultimos_5['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

plt.title('Receita Líquida Operacional (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Valor Absoluto')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

return model

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert(df_analise, receita_tendencia, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação da Receita Líquida Operacional
    if receita_tendencia == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Receita Líquida:")
        mensagens.append("""A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Queda, desta forma é importante realizar algumas ações para preservar a integridade econômica da operação, são elas:
1. Avaliar a redução de custos e despesas fixas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado;
2. Realizar a revisão dos preços praticados, com intenção de criar políticas que aumentem a competitividade no mercado;
3. Avaliar a possibilidade de realizar ações promocionais para promover o crescimento da Receita;
4. Realizar a revisão do planejamento comercial, especificamente diversificação de produtos, expansão de mercado e segmentação.""")

    # Avaliação do Custo dos Produtos Vendidos
    custo_produtos_vendidos = diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']
    if custo_produtos_vendidos['Último Período'] > 50:
        excesso = custo_produtos_vendidos['Último Período'] - 50
        reducao_percentual = (excesso / custo_produtos_vendidos['Último Período']) * 100

        mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
        mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada na composição dos Custos dos Produtos Vendidos, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar a composição dos custos dos produtos, a fim de identificar oportunidades de melhoria e redução de custo;
2. Estudar a redução de custos com base no desenvolvimento de novos fornecedores, produtos alternativos, materiais alternativos e processos otimizados internos/externos;
3. Revisar metodologia de precificação de produtos, pois os preços podem estar relativamente subdimensionados, assim impactando diretamente no alto custo dos produtos vendidos;

```

4. Revisar a estrutura operacional, relacionada a capacidade, desempenho e disponibilidade de recursos humanos, pois a mesma pode estar superdimensionada, elevando os custos relacionados a produção de produtos;

5. Analisar a índice de perdas e desperdícios produtivos, com a intenção de identificar possíveis problemas operacionais.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```
elif custo_produtos_vendidos['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
```

```
    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise dos Custos com Produtos Vendidos:")
```

```
    mensagens.append("Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")
```

```
# Avaliação das Despesas Operacionais
```

```
despesas_operacionais = diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
```

```
if despesas_operacionais['Último Período'] > 15:
```

```
    excesso = despesas_operacionais['Último Período'] - 15
```

```
    reducao_percentual = (excesso / despesas_operacionais['Último Período']) * 100
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
```

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de pessoas;
5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;
6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;
7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas. """)

```
elif despesas_operacionais['Tendência'] == "Tendência de alta":
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Operacionais para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.")
```

```
else:
```

```
    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Operacionais:")
```

```
    mensagens.append("As Despesas Operacionais encontram-se sobre controle, continue monitorando e controlando possíveis oscilações.")
```

```
# Avaliação das Despesas com Vendas
```

```
despesas_vendas = diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']
```

```
if despesas_vendas['Último Período'] > 10:
```

```
    excesso = despesas_vendas['Último Período'] - 10
```

```
    reducao_percentual = (excesso / despesas_vendas['Último Período']) * 100
```

```

mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

```

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.""")

```

elif despesas_vendas['Tendência'] == "Tendência de alta":

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas com Vendas para que o mesmo não afete diretamente o
resultado operacional da empresa.")

```

```

else:

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas com Vendas:")
    mensagens.append("As Despesas com Vendas encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

```

```

# Avaliação das Despesas Administrativas

```

```

despesas_administrativas = diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']

```

```

if despesas_administrativas['Último Período'] > 10:

```

```

    excesso = despesas_administrativas['Último Período'] - 10

```

```

    reducao_percentual = (excesso / despesas_administrativas['Último Período']) * 100

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")

```

```

    mensagens.append(f""""É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois
grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns
pontos que deverão ser avaliados:

```

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros – Telefonia – TI – Sistema – Escritório Jurídico – Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de backoffice;
5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.""")

```

elif despesas_administrativas['Tendência'] == "Tendência de alta":

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, no entanto, é
necessário monitorar a Tendência de Alta das Despesas Administrativas para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")

```

```

else:

```

```

    mensagens.append("[bold]Análise das Despesas Administrativas:")
    mensagens.append("As Despesas Administrativas encontram-se sobre controle, continue
monitorando e controlando possíveis oscilações.")

```

```

# Avaliação das Outras Despesas Operacionais

```

```

outras_despesas = diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']
if outras_despesas['Último Período'] > 2:
    excesso = outras_despesas['Último Período'] - 2
    reducao_percentual = (excesso / outras_despesas['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append(f""É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de
contas encontra-se em desequilíbrio.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
elif outras_despesas['Tendência'] == "Tendência de alta":
    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Outras Despesas Operacionais para que o mesmo não afete
diretamente o resultado operacional da empresa.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise das Outras Despesas Operacionais:")
    mensagens.append("As Despesas deste grupo encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Antes de Juros e Impostos
lucro_ebit = diagnosticos['Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional']
if lucro_ebit['Último Período'] > 13:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagens.append("A operação encontra-se sobre controle, apresentando um Lucro antes de Juros e
Imposto de Renda dentro dos parâmetros analisar.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:")
    mensagem = ""Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes
de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisar. Reavalie as contas a seguir:</b>""

# Condicional para '-Custo Produtos Vendidos'
if diagnosticos['Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 50:
    mensagem += "\n* Exibe '-Custo Produtos Vendidos';"

# Condicional para '-Desp (receit) operac'
if diagnosticos['Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 15:
    mensagem += "\n* Exibe '-Desp (receit) operac';"

# Condicional para '+Despesas com Vendas'
if diagnosticos['Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas com Vendas';"

# Condicional para '+Despesas administrativ'
if diagnosticos['Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 10:
    mensagem += "\n* Exibe '+Despesas administrativ';"

# Condicional para '+Outras Despesas Operac'
if diagnosticos['Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional']['Último Período'] > 2:
    mensagem += "\n* Exibe '+Outras Despesas Operac';"

mensagens.append(mensagem)

# Avaliação do Resultado Financeiro
despesa_financeira = diagnosticos['Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional']

```

```

if despesa_financeira['Último Período'] > 3:
    excesso = despesa_financeira['Último Período'] - 3
    reducao_percentual = (excesso / despesa_financeira['Último Período']) * 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
    mensagens.append(f""A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se
em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser
avaliados:
1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estrutura com menores custos e
despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de
{reducao_percentual:.2f}% nos custos atuais.
Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho
deste grupo de contas.""")
    elif despesa_financeira['Tendência'] == "Tendência de alta":
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário
monitorar a Tendência de Alta das Despesas Financeiras para que o mesmo não afete diretamente o
resultado líquido.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise de Despesas Financeiras:")
        mensagens.append("As Despesas Financeiras encontram-se sobre controle, continue monitorando e
controlando possíveis oscilações.")

# Avaliação do Lucro Líquido
lucro_liquido = diagnosticos['Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional']
if lucro_liquido['Último Período'] < 10:
    mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
    mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideias, realize ajustes
operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser
preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
    elif lucro_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o
desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam
afetadas.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Lucro Líquido:")
        mensagens.append("O Lucro Líquido encontra-se sobre controle, monitore os custos e despesas para
que o Lucro Líquido possa ser maximizado.")

# Avaliação do Caixa Gerado
caixa_gerado = diagnosticos['Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional']
if caixa_gerado['Último Período'] < 7:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar,
realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de
recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa
não sejam afetadas.")
    elif caixa_gerado['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")

```

```

mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais,
no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos custos, despesas,
prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem
como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")
else:
    mensagens.append("[bold]Análise do Caixa Gerado:")
    mensagens.append("A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os
custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser
preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

# Avaliação da Variação Líquida de Caixa
variacao_caixa = diagnostics["Variação Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional"]
if variacao_caixa['Último Período'] < 3:
    mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
    mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes
operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades
de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para
proteger as disponibilidades de Caixa.")
    elif variacao_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Geração de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros normais, no entanto
apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos
e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional
financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise da Variação de Caixa:")
        mensagens.append("A Variação de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas,
investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

return mensagens

# Função para calcular o ponto de equilíbrio
def calcular_ponto_equilibrio(df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Somar os custos variáveis e fixos dos últimos 5 períodos
    custo_variavel = df_ultimos_5[['-Custo Produtos Vendidos', '+Despesas com Vendas', '+Resultado
financeiro', '-Imp renda e contrib soc']].sum(axis=1)
    custo_fixo = df_ultimos_5[['+Despesas administrativ', '-Desp (receit) operac', '-Outras rec operacionais',
'+Outras Despesas Operac']].sum(axis=1)
    receita_liquida = df_ultimos_5['+Receita liquida operac']

    # Calcular a Margem de Contribuição e o Ponto de Equilíbrio
    margem_contribuicao = receita_liquida - custo_variavel
    indice_margem_contribuicao = margem_contribuicao / receita_liquida
    ponto_equilibrio_contabil = custo_fixo / indice_margem_contribuicao

df_ponto_equilibrio = pd.DataFrame({
    'Data': df_ultimos_5['Data'],
    'Custo Variável': custo_variavel,
    'Custo Fixo': custo_fixo,
    'Receita Líquida': receita_liquida,
    'Margem de Contribuição': margem_contribuicao,
    'Índice de Margem de Contribuição': indice_margem_contribuicao,
    'Ponto de Equilíbrio Contábil': ponto_equilibrio_contabil
})

```

```

return df_ponto_equilibrio

# Função para plotar gráfico comparativo
def plot_comparativo(df_ponto_equilibrio, df):
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'], marker='o', label='Receita
Líquida Operacional')
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Lucro líquido'], marker='o', label='Lucro Líquido')
    plt.plot(df_ponto_equilibrio['Data'], df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'], marker='o',
label='Ponto de Equilíbrio Contábil')

    plt.title('Comparativo: Receita Líquida Operacional, Lucro Líquido e Ponto de Equilíbrio Contábil')
    plt.xlabel('Data')
    plt.ylabel('Valor')
    plt.grid(True)
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa LREN3
df_LREN3 = df[df['Empresa'] == 'LREN3']

# Plotar a receita líquida operacional nos últimos 5 períodos e calcular tendência
model_receita = plot_receita_liquida(df_LREN3)
receita_tendencia = "Tendência de alta" if model_receita.params[1] > 0 else "Tendência de baixa"
receita_valor_medio = df_LREN3['+Receita líquida operac'].tail(5).mean()
receita_valor_ultimo_periodo = df_LREN3['+Receita líquida operac'].tail(1).values[0]

# Calcular a análise vertical percentual para a empresa LREN3
analise_vertical_LREN3 = analise_vertical(df_LREN3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual
plot_analise_vertical(analise_vertical_LREN3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos = diagnostico_tendencia(analise_vertical_LREN3)

# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:")
print(f" Tendência: [bold]{receita_tendencia}")
print(f" Valor Médio: {receita_valor_medio:.2f}")
print(f" Último Período: {receita_valor_ultimo_periodo:.2f}\n")

print("[bold]Análise Vertical")
for var, diagnostico in diagnosticos.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

```

```

# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert(df_LREN3, receita_tendencia, diagnosticos)

# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("Mensagens do Diagnóstico Expert:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

# Calcular o ponto de equilíbrio dos últimos 5 períodos
ponto_equilibrio = calcular_ponto_equilibrio(df_LREN3)

# Exibir ponto de equilíbrio
# print("\nPonto de Equilíbrio dos Últimos 5 Períodos:")
# print(ponto_equilibrio)

# Plotar gráfico comparativo
plot_comparativo(ponto_equilibrio, df_LREN3)

# Função para verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio
def verificar_ponto_equilibrio(df_ponto_equilibrio):
    ultima_receita = df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'].iloc[-1]
    ultimo_pe = df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil'].iloc[-1]

    if ultima_receita > ultimo_pe:
        mensagem = "A empresa encontra-se acima do ponto de equilíbrio no último período."
    else:
        mensagem = "A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período."

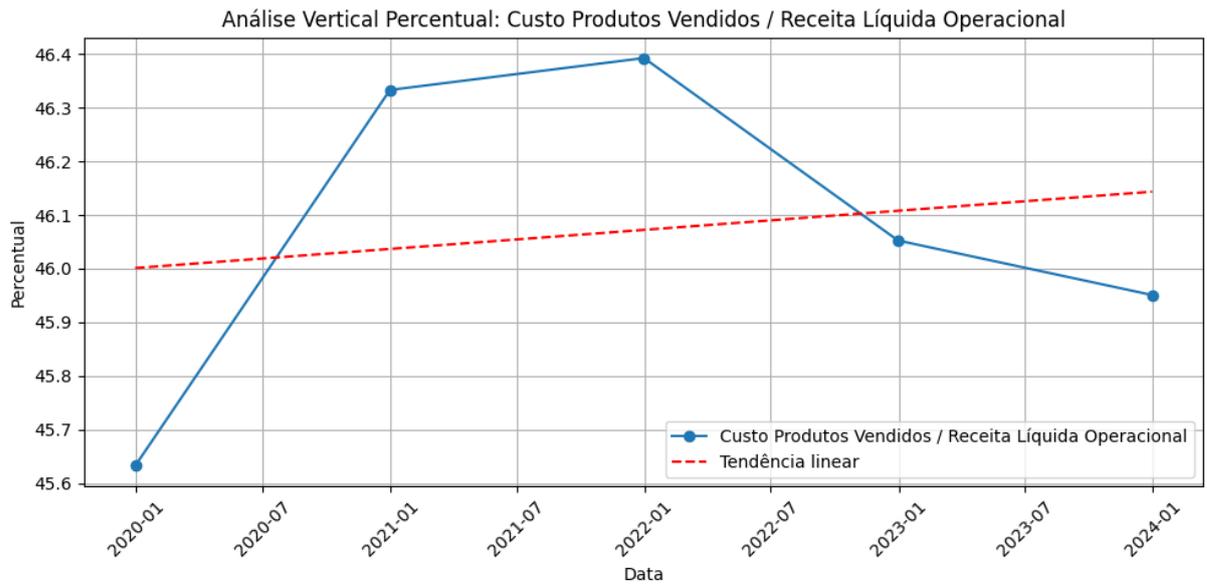
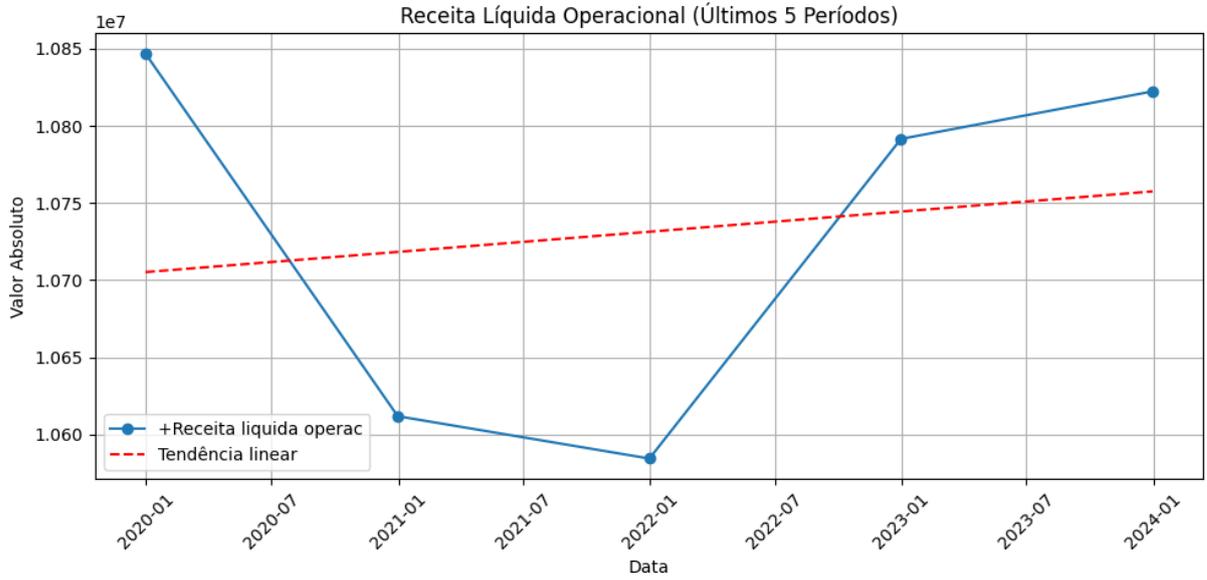
    # Verificar se nos períodos anteriores a receita foi consistentemente abaixo do ponto de equilíbrio
    abaixo_pe_anterior = df_ponto_equilibrio[df_ponto_equilibrio['Receita Líquida'] <
df_ponto_equilibrio['Ponto de Equilíbrio Contábil']].shape[0]
    if abaixo_pe_anterior > 0:
        mensagem += f"\nNos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em
{abaixo_pe_anterior} de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e
despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial,
com o intuito de alavancar as Receitas."
    else:
        mensagem += "\nA empresa não esteve abaixo do ponto de equilíbrio em nenhum dos últimos 5
períodos, sendo assim, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado."

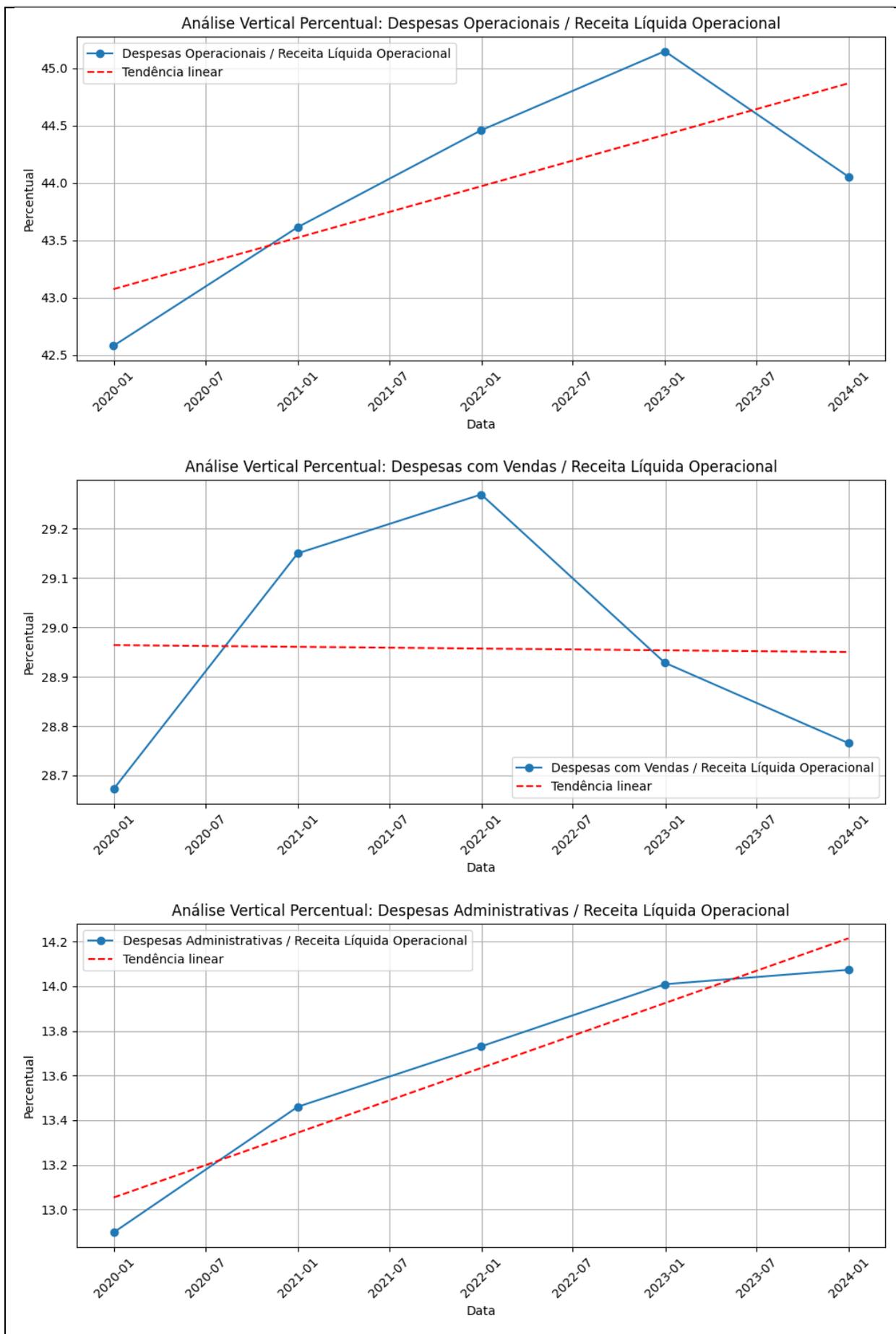
    return mensagem

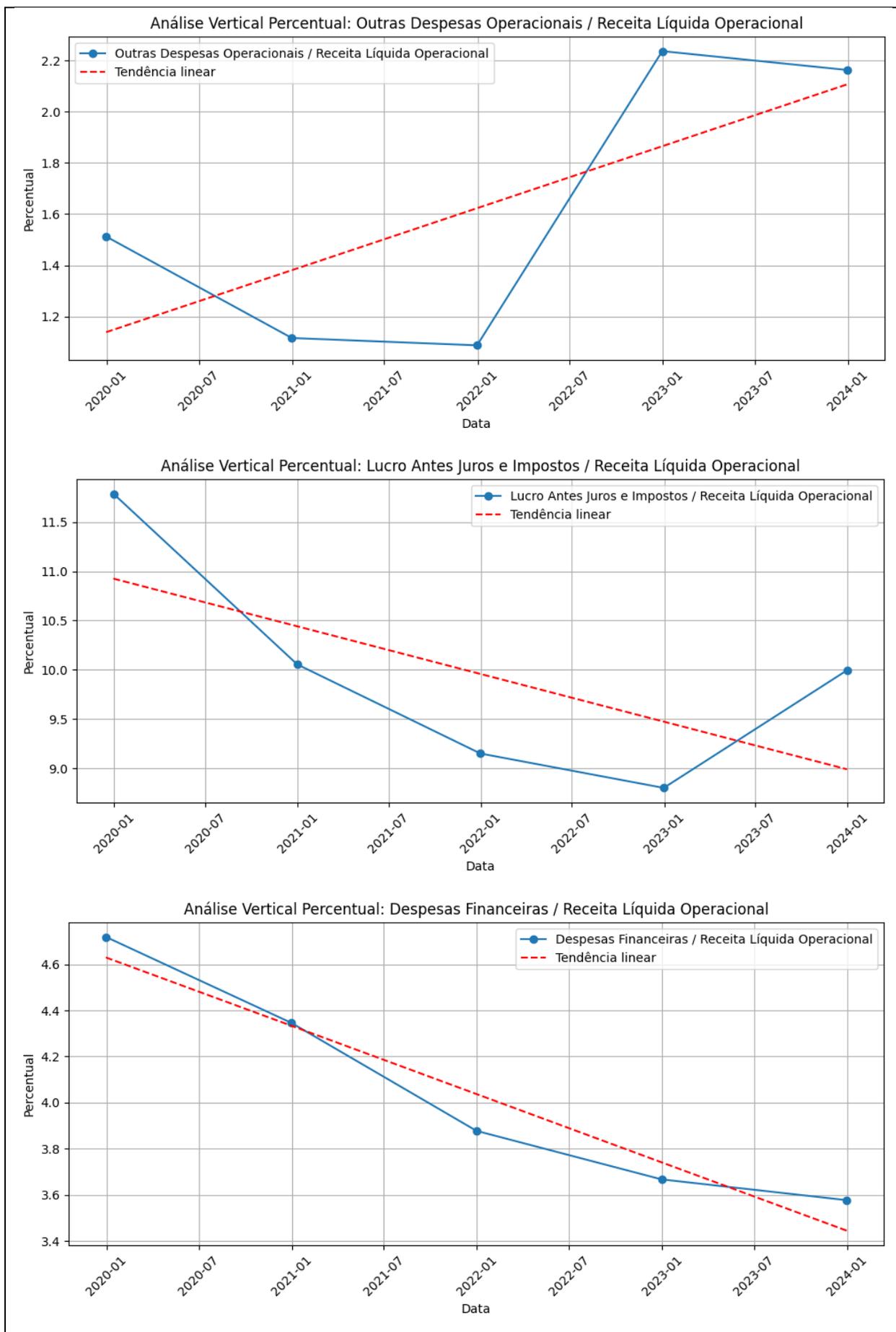
# Verificar se a empresa está acima ou abaixo do ponto de equilíbrio no último período
print("[bold]Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:")
mensagem_ponto_equilibrio = verificar_ponto_equilibrio(ponto_equilibrio)
print(mensagem_ponto_equilibrio)
print("")

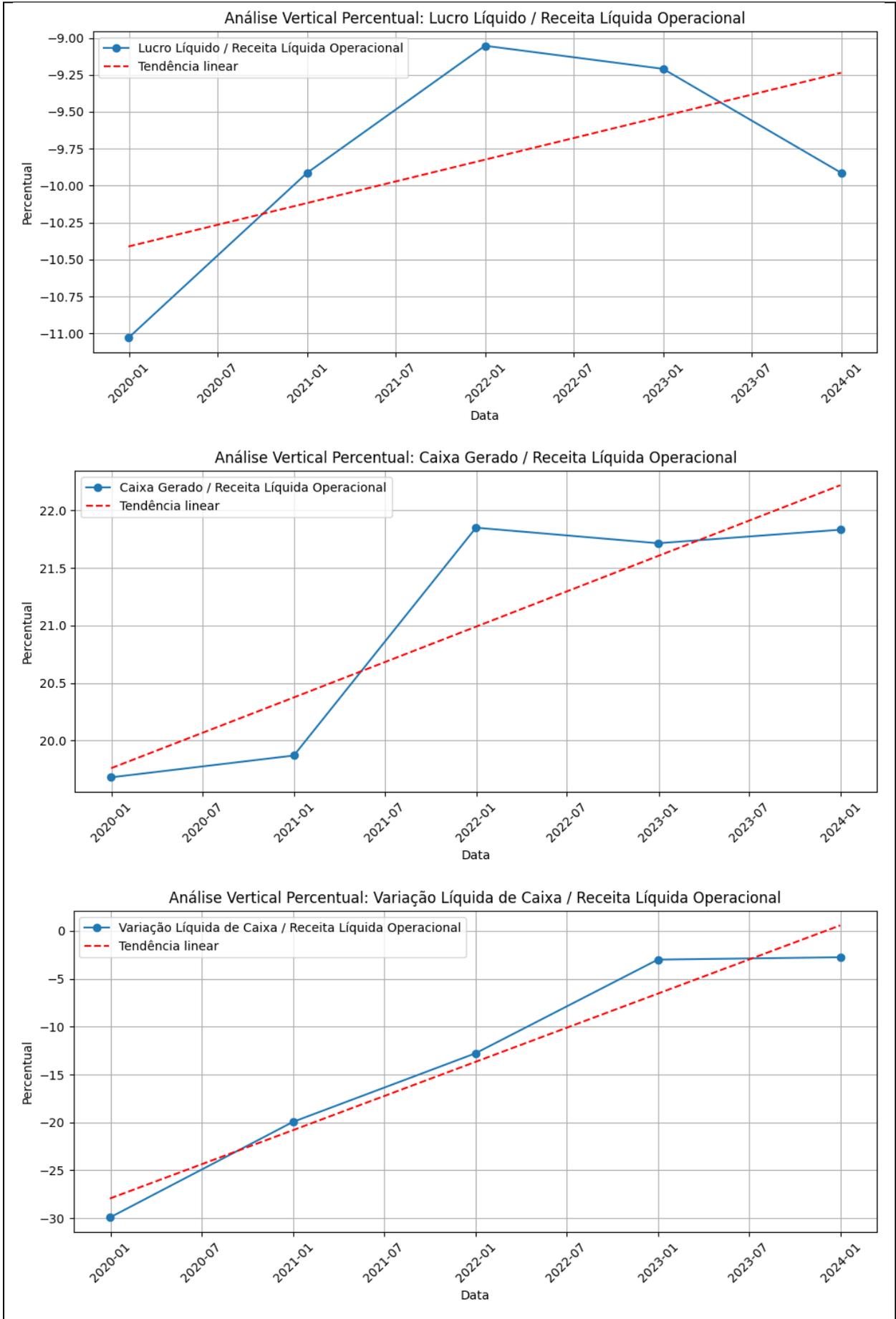
```

**RESULTADOS MÓDULO DE DIAGNÓSTICO - DRE E DF**









**Diagnóstico da Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **10731427.65**

Último Período: **10822352.25**

**Análise Vertical****Custo Produtos Vendidos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **46.07%**

Último Período: **45.95%**

**Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **43.97%**

Último Período: **44.05%**

**Despesas com Vendas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **28.96%**

Último Período: **28.77%**

**Despesas Administrativas / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **13.63%**

Último Período: **14.07%**

**Outras Despesas Operacionais / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **1.62%**

Último Período: **2.16%**

**Lucro Antes Juros e Impostos / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **9.96%**

Último Período: **10.00%**

**Despesas Financeiras / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **4.04%**

Último Período: **3.58%**

**Lucro Líquido / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **-9.82%**

Último Período: **-9.91%**

**Caixa Gerado / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **20.99%**

Último Período: **21.83%**

**Varição Líquida de Caixa / Receita Líquida Operacional:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **-13.68%**

Último Período: **-2.74%**

**Mensagens do Diagnóstico Expert:**

**Análise da Receita Líquida:**

A Receita Líquida Operacional apresenta Tendência de Crescimento, monitore os custos e despesas para que o Lucro Líquido possa ser maximizado. Avalie o feedback gerado a partir da análise do Ponto de Equilíbrio, contido neste relatório.

**Análise dos Custos com Produtos Vendidos:**

Os Custos de Produtos Vendidos encontram-se sobre controle, no entanto, é necessário monitorar a Tendência de Alta dos Custos dos Produtos Vendidos para que o mesmo não afete diretamente o resultado operacional da empresa.

**Análise das Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas operacionais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros - Telefonia - TI - Sistema - Escritório Jurídico - Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de pessoas;
5. Analisar custos relacionados a consumo de energia;
6. Revisar custos relacionados a manutenção de máquinas e equipamentos;
7. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área operacional.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **65.95%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

#### **Análise das Despesas com Vendas:**

É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas comerciais, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar as comissões de vendas;
2. Analisar despesas com marketing;
3. Avaliar despesas com feiras e eventos;
4. Revisar despesas com bonificações e premiações comerciais;
5. Avaliar as despesas relacionadas a fretes sobre vendas;
6. Analisar o custo de aquisição de clientes e canais de vendas.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **65.24%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

#### **Análise das Despesas Administrativas:**

É necessário realizar uma análise detalhada nas despesas administrativas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Revisar contratos de aluguéis (Imóveis e Veículos);
2. Revisar contratos de prestação de serviço (Terceiros - Telefonia - TI - Sistema - Escritório Jurídico - Entre Outros Custos e Despesas Fixas);
3. Revisar contratos de seguros;
4. Revisar estrutura de backoffice;
5. Foco na otimização e redução de custos e despesas relacionados a área administrativa.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **28.95%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

#### **Análise das Outras Despesas Operacionais:**

É necessário realizar uma análise detalhada das despesas, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **7.52%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise do Lucro Antes de Juros e Impostos:**

Os fundamentos operacionais deverão ser reavaliados, pois o resultado gerado antes de Juros e Imposto de Renda não está dentro dos parâmetros analisar. Reavalie as contas a seguir:

- \* Exibe '-Desp (receit) operac';
- \* Exibe '+Despesas com Vendas';
- \* Exibe '+Despesas administrativ';
- \* Exibe '+Outras Despesas Operac';

**Análise de Despesas Financeiras:**

A Despesa Financeira encontra-se elevada, pois grupo de contas encontra-se em desequilíbrio operacional. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar o custo com capital de terceiros;
2. Reavaliar contratos bancários e tarifas disponíveis;
3. Avaliar parceiros financeiros disponíveis com o intuito de redução dos custos financeiros;
4. Analisar o ciclo operacional financeiro, a fim de realizar uma operação estruturada com menores custos e despesas financeiras;
5. Avaliar o nível de endividamento da companhia.

Para que o grupo de contas retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **16.15%** nos custos atuais.

Em síntese, é necessário analisar toda e qualquer ação que esteja impactando diretamente no desempenho deste grupo de contas.

**Análise do Lucro Líquido:**

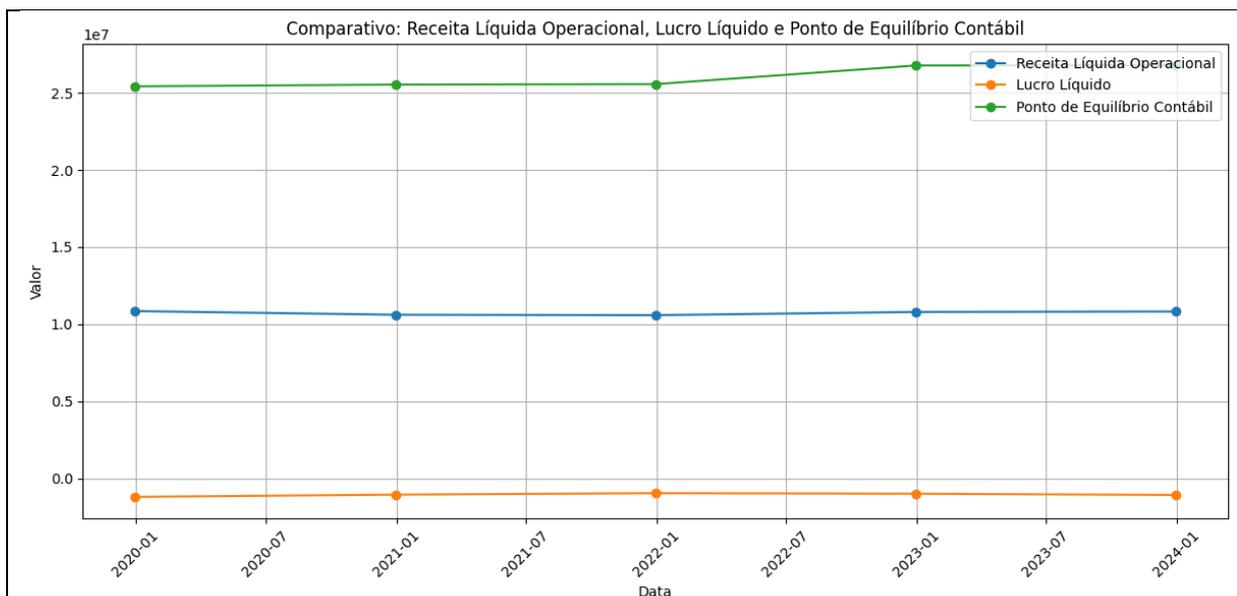
O Lucro Líquido encontra-se abaixo dos parâmetros ideais, realize ajustes operacionais em termos de custos e despesas para que o desempenho do Lucro Líquido possa ser preservado, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

**Análise do Caixa Gerado:**

A capacidade de Geração de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, prazos de pagamentos e prazos de recebimento para que a geração de caixa possa ser preservada, bem como, as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.

**Análise da Variação de Caixa:**

A Variação de Caixa encontra-se abaixo dos parâmetros analisar, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.



### Análise do Ponto de Equilíbrio Contábil:

A empresa encontra-se abaixo do ponto de equilíbrio no último período.

Nos últimos períodos, a empresa esteve abaixo do ponto de equilíbrio em 5 de 5 períodos, deste modo, recomenda-se reduzir de forma crítica os custos e despesas da companhia, conforme sugerido anteriormente. Além disso, reavalie o planejamento comercial, com o intuito de alavancar as Receitas.

## 5.15 ANÁLISE BALANÇO PATRIMONIAL

In [2]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import statsmodels.api as sm
from rich import print
```

```
# Função para calcular a análise vertical percentual das relações com o Ativo Total
```

```
def analise_vertical_ativo_total(df):
```

```
    # Selecionar os últimos 5 períodos
```

```
    df_ultimos_5 = df.tail(5)
```

```
    # Calcular as relações percentuais em relação ao Ativo Total
```

```
    df_analise = pd.DataFrame()
```

```
    df_analise['Data'] = df_ultimos_5['Data']
```

```
    df_analise['Ativo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Passivo Circulante / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Passivo Circulante'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Caixa e equivalentes de caixa'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Estoques / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Estoques'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Imobilizado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Imobilizado'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Intangíveis líquido / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Intangíveis líquido'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```
    df_analise['Total empres e financ CP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ CP'] / df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
```

```

df_analise['Total empres e financ LP / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Total empres e financ LP'] /
df_ultimos_5['Ativo total']) * 100
df_analise['Patrim liq consolidado / Ativo Total'] = (df_ultimos_5['Patrim liq consolidado'] /
df_ultimos_5['Ativo total']) * 100

return df_analise

# Função para plotar gráficos da análise vertical percentual com curva de tendência
def plot_analise_vertical_ativo_total(df_analise):
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangiveis liquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        plt.figure(figsize=(10, 5))
        plt.plot(df_analise['Data'], df_analise[var], marker='o', label=var)

        # Adicionar análise de tendência linear
        X = sm.add_constant(range(len(df_analise)))
        y = df_analise[var].values
        model = sm.OLS(y, X).fit()
        tendencia = model.predict(X)
        plt.plot(df_analise['Data'], tendencia, color='red', linestyle='--', label='Tendência linear')

        plt.title(f'Análise Vertical Percentual: {var}')
        plt.xlabel('Data')
        plt.ylabel('Percentual')
        plt.grid(True)
        plt.legend()
        plt.xticks(rotation=45)
        plt.tight_layout()
        plt.show()

# Função para diagnóstico da tendência em relação ao Ativo Total
def diagnostico_tendencia_ativo_total(df_analise):
    diagnosticos = {}
    variaveis = [
        'Ativo Circulante / Ativo Total',
        'Passivo Circulante / Ativo Total',
        'Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total',
        'Estoques / Ativo Total',
        'Imobilizado / Ativo Total',
        'Intangiveis liquido / Ativo Total',
        'Total empres e financ CP / Ativo Total',
        'Total empres e financ LP / Ativo Total',
        'Patrim liq consolidado / Ativo Total'
    ]

    for var in variaveis:
        y = df_analise[var].values
        tendencia = "Tendência de alta" if y[-1] > y[0] else "Tendência de baixa"

```

```

valor_medio = y.mean()
valor_ultimo_periodo = y[-1]
diagnosticos[var] = {
    "Tendência": tendencia,
    "Valor Médio": valor_medio,
    "Último Período": valor_ultimo_periodo
}

return diagnosticos

# Função para diagnóstico expert
def diagnostico_expert_bp(df_analise, diagnosticos):
    mensagens = []

    # Avaliação do Caixa e Equivalente de Caixa
    equivalente_caixa = diagnosticos['Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total']
    if equivalente_caixa['Último Período'] < 7:
        mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
        mensagens.append("""A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se abaixo do parâmetro ideal.
Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Revisar os prazos de recebimento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
2. Revisar os prazos de pagamento internos com relação aos prazos de mercado, com o intuito de validar a elasticidade aplicada;
3. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa;
4. Avaliar o fluxo de investimentos e endividamento a fim de reduzir o impacto financeiro no caixa, avalie o alongamento dos prazos.""")
        elif equivalente_caixa['Tendência'] == "Tendência de baixa":
            mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
            mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.")
        else:
            mensagens.append("[bold]Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:")
            mensagens.append("A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se sobre controle, monitore os custos, despesas, investimentos e endividamento para que as Disponibilidades de Caixa não sejam afetadas.")

    # Avaliação dos Estoques
    estoques = diagnosticos['Estoques / Ativo Total']
    if estoques['Último Período'] > 10:
        excesso = estoques['Último Período'] - 10
        reducao_percentual = (excesso / estoques['Último Período']) * 100

        mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")
        mensagens.append(f""O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:
1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;
2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;
4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

```

Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% dos ativos atuais. """)

**elif** estoques['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")

    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se dentro dos parâmetros normais, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise dos Estoques:")

    mensagens.append("O volume de Produtos em Estoque encontram-se sob controle, monitore os estoques mínimos para não gerar perda de receita por falta de produtos.")

*# Avaliação do Imobilizado*

imobilizado = diagnosticos['Imobilizado / Ativo Total']

**if** imobilizado['Último Período'] > 20:

    excesso = imobilizado['Último Período'] - 20

    reducao\_percentual = (excesso / imobilizado['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append(f""Os Bens Imobilizados da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal.

Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa;
2. Reavaliar o processo de tomada de decisão frente à alta imobilização de recursos financeiros;
3. Implementar ferramentas para subsidiar a análise de investimentos;
4. Avaliar a possibilidade de evitar a imobilização do recurso financeiro frente à possibilidade de realização de contratos de leasing e locação.

Para que os Bens Imobilizados retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% dos ativos atuais. """)

**elif** imobilizado['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Alta, monitore os orçamentos e investimentos.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise do Imobilizado:")

    mensagens.append("Os Bens Imobilizados encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os orçamentos e investimentos.")

*# Avaliação dos Empréstimos de CP*

emprestimo\_cp = diagnosticos['Total empres e financ CP / Ativo Total']

**if** emprestimo\_cp['Último Período'] > 8:

    excesso = emprestimo\_cp['Último Período'] - 8

    reducao\_percentual = (excesso / emprestimo\_cp['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append(f""O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no curto prazo;
2. Avaliar a possibilidade de reestruturar os contratos de empréstimos e financiamentos alongando a dívida;
3. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa e consequentemente reduzir o endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Curto Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais."")

**elif** emprestimo\_cp['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

*# Avaliação dos Empréstimos de LP*

emprestimo\_lp = diagnosticos['Total empres e financ LP / Ativo Total']

**if** emprestimo\_lp['Último Período'] > 21:

    excesso = emprestimo\_lp['Último Período'] - 21

    reducao\_percentual = (excesso / emprestimo\_lp['Último Período']) \* 100

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append(f""O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a causa do alto índice de endividamento com contratos de empréstimos e financiamentos no longo prazo;
2. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, possibilitando a redução do endividamento.

Para que o nível do Endividamento no Longo Prazo retorne ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de {reducao\_percentual:.2f}% nos Empréstimos e Financiamentos atuais."")

**elif** emprestimo\_lp['Tendência'] == "Tendência de alta":

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

**else:**

    mensagens.append("[bold]Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:")

    mensagens.append("O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.")

*# Avaliação do Patrimônio Líquido*

patrimonio\_liquido = diagnosticos['Patrim liq consolidado / Ativo Total']

**if** patrimonio\_liquido['Último Período'] < 50:

    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")

    mensagens.append("""O Patrimônio Líquido da companhia encontra-se abaixo do parâmetro ideal.

Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Verificar a possibilidade de uma chamada capital pelos sócios;
2. Analisar a possibilidade de aumento de capital via emissão de novas ações;
3. Estudar a alteração da política de retenção de lucros e de distribuição de dividendos;
4. Realizar estudo voltado à redução do estoque passivo;
5. Avaliar a capacidade operacional do modelo de negócios frente à geração de resultados;
6. Avaliar a possibilidade de reestruturar a operação financeira, a fim de maximizar os resultados e ajustar o passivo."")

**elif** patrimonio\_liquido['Tendência'] == "Tendência de baixa":

    mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")

```

    mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, no entanto
apresenta Tendência de Queda, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o
Patrimônio Líquido positivo.")
    else:
        mensagens.append("[bold]Análise do Patrimônio Líquido:")
        mensagens.append("O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, monitore os
índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.")

    return mensagens

# Código para execução da análise
# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa LREN3
df_LREN3 = df[df['Empresa'] == 'LREN3']

# Calcular a análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
analise_vertical_ativo_total_LREN3 = analise_vertical_ativo_total(df_LREN3)

# Plotar gráficos da análise vertical percentual em relação ao Ativo Total
plot_analise_vertical_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_LREN3)

# Gerar diagnóstico da tendência para as variáveis da análise vertical
diagnosticos_ativo_total = diagnostico_tendencia_ativo_total(analise_vertical_ativo_total_LREN3)

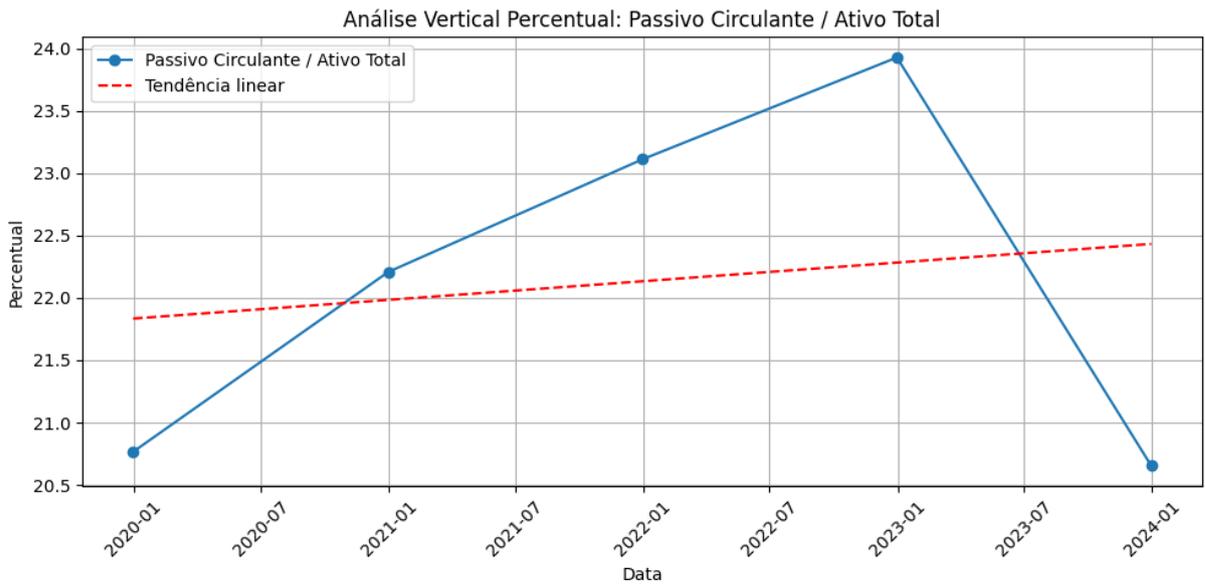
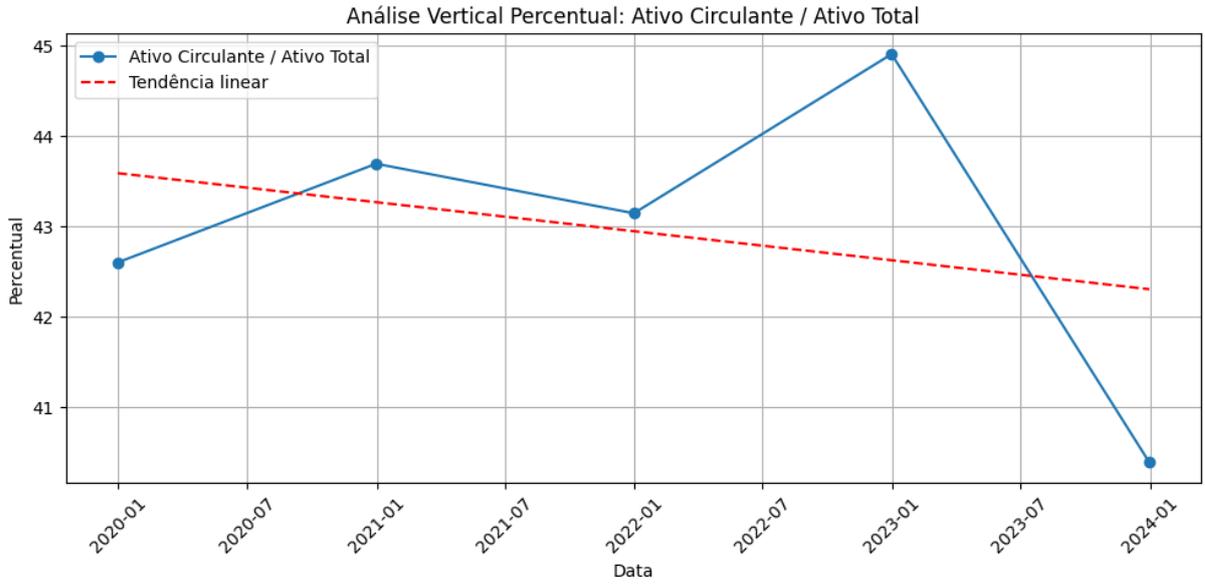
# Exibir diagnósticos
print("[bold]Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total")
for var, diagnostico in diagnosticos_ativo_total.items():
    print(f"[bold]{var}:")
    print(f" Tendência: [bold]{diagnostico['Tendência']}")
    print(f" Valor Médio: {diagnostico['Valor Médio']:.2f}%")
    print(f" Último Período: {diagnostico['Último Período']:.2f}%")
    print() # Linha em branco

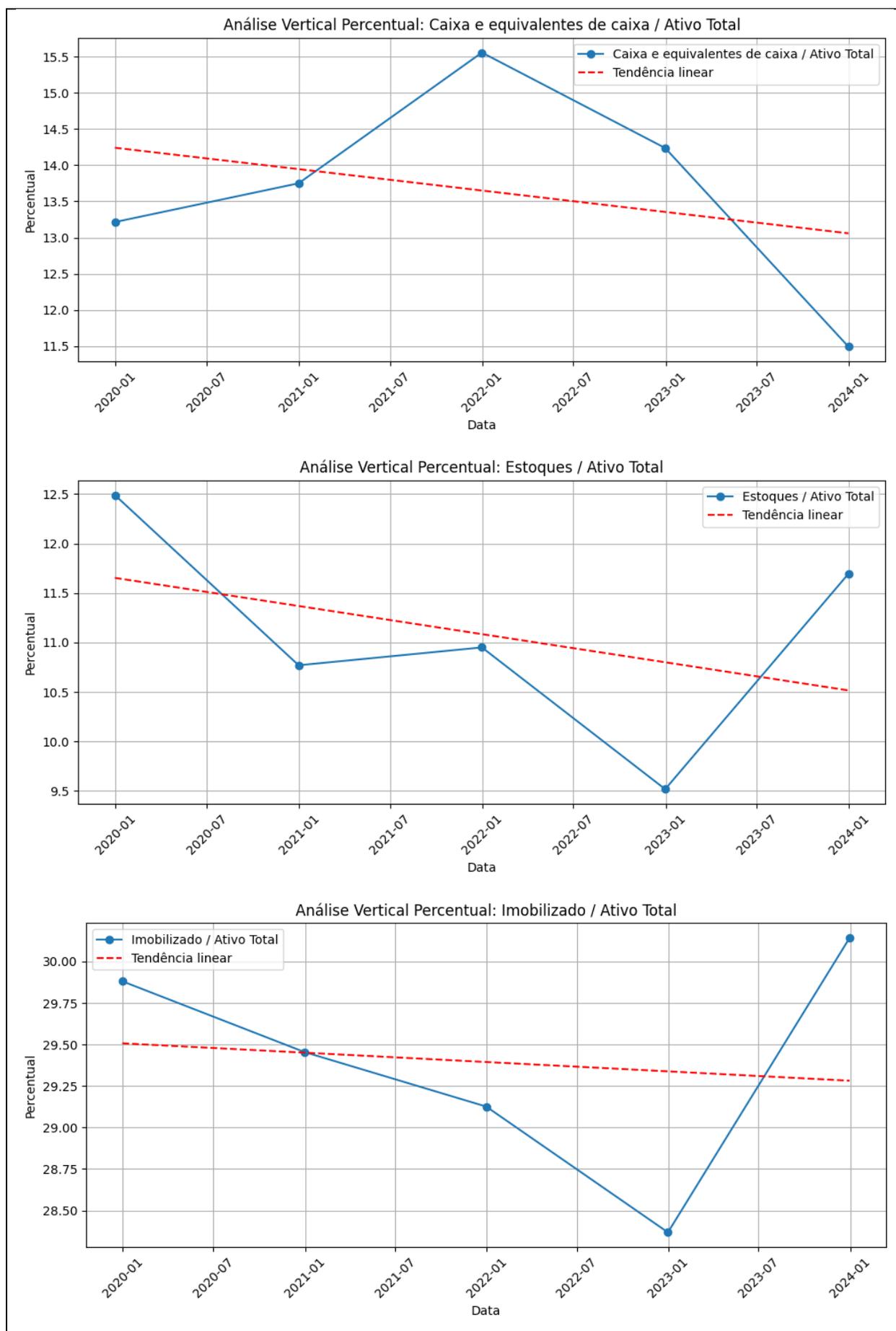
# Realizar diagnóstico expert
mensagens_expert = diagnostico_expert_bp(analise_vertical_ativo_total_LREN3, diagnosticos_ativo_total)

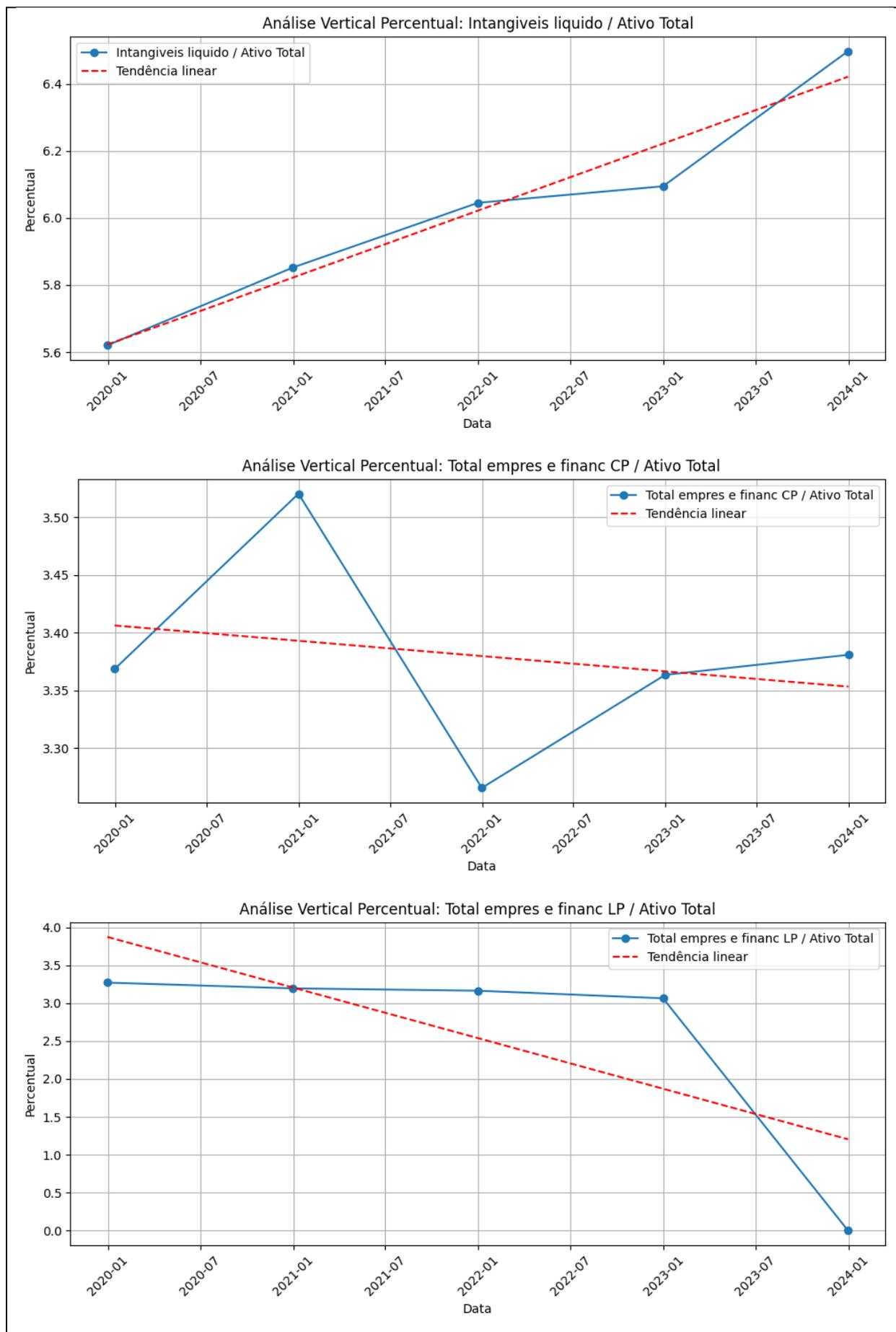
# Exibir mensagens do diagnóstico expert
print("[bold]RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:")
for mensagem in mensagens_expert:
    print(mensagem)
    print() # Linha em branco

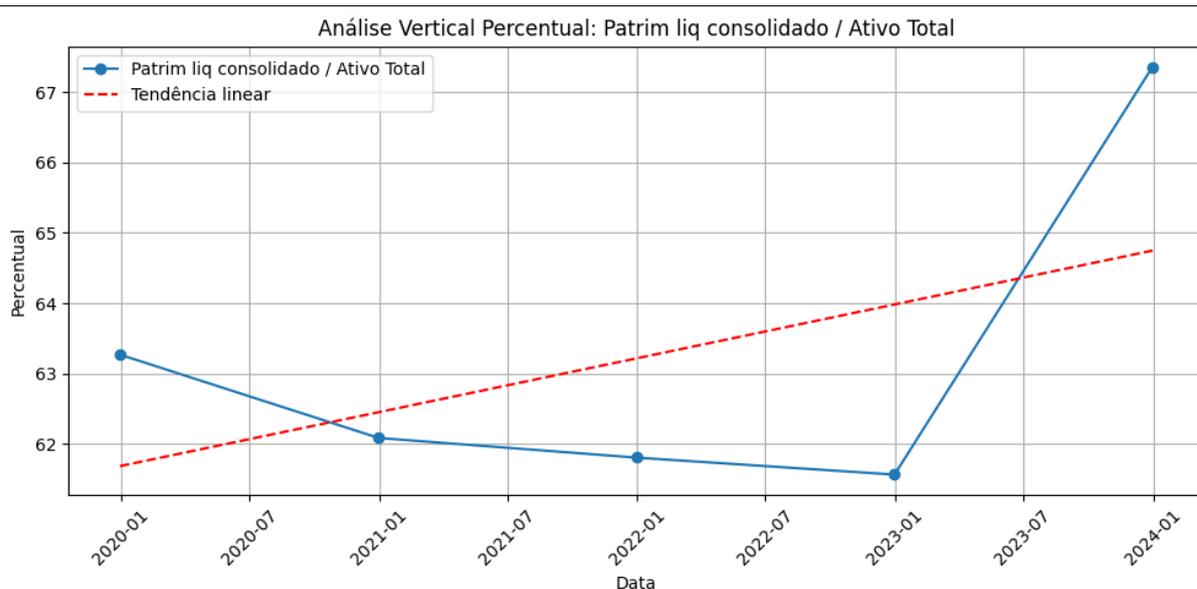
```

**RESULTADOS MÓDULO DE DIAGNÓSTICO - BP**









### Diagnóstico da Análise Vertical em relação ao Ativo Total

#### Ativo Circulante / Ativo Total:

Tendência: Tendência de baixa

Valor Médio: 42.95%

Último Período: 40.39%

#### Passivo Circulante / Ativo Total:

Tendência: Tendência de baixa

Valor Médio: 22.13%

Último Período: 20.65%

#### Caixa e equivalentes de caixa / Ativo Total:

Tendência: Tendência de baixa

Valor Médio: 13.65%

Último Período: 11.49%

#### Estoques / Ativo Total:

Tendência: Tendência de baixa

Valor Médio: 11.09%

Último Período: 11.70%

#### Imobilizado / Ativo Total:

Tendência: Tendência de alta

Valor Médio: 29.39%

Último Período: 30.14%

**Intangíveis líquido / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **6.02%**

Último Período: **6.50%**

**Total empres e financ CP / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **3.38%**

Último Período: **3.38%**

**Total empres e financ LP / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de baixa**

Valor Médio: **2.54%**

Último Período: **0.00%**

**Patrim liq consolidado / Ativo Total:**

Tendência: **Tendência de alta**

Valor Médio: **63.22%**

Último Período: **67.36%**

**RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO EXPERT:****Análise de Caixa e Equivalentes de Caixa:**

A conta Caixa e Equivalentes de Caixa encontra-se dentro dos parâmetros analisar, no entanto apresenta Tendência de Queda, realize ajustes operacionais em termos de custos, despesas, investimentos e endividamento para que as disponibilidades de Caixa não sejam afetadas. Verifique o ciclo operacional financeiro e ajuste os prazos de pagamento para proteger as disponibilidades de Caixa.

**Análise dos Estoques:**

O Volume de Produtos em Estoque encontra-se acima do parâmetro ideal, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar a curva ABC de produtos para desenvolvimento de ações promocionais que fomentem o giro de estoque;
2. Desenvolver modelos matemáticos para minimizar a superprodução de itens com baixo giro de estoque;
3. Avaliar a existência de itens obsoletos no estoque, a fim de construir plano de ação para liquidação;
4. Estudar cadeia de suprimentos para análise de lotes mínimos de compras.

Para que o volume de Produtos em Estoque retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **14.49%** dos ativos atuais.

**Análise do Imobilizado:**

Os Bens Imobilizados da companhia encontram-se acima do parâmetro ideal. Desta forma, a seguir serão detalhados alguns pontos que deverão ser avaliados:

1. Avaliar a possibilidade de realizar a liquidação de bens em desuso, a fim de gerar disponibilidade de caixa;
2. Reavaliar o processo de tomada de decisão frente à alta imobilização de recursos financeiros;
3. Implementar ferramentas para subsidiar a análise de investimentos;
4. Avaliar a possibilidade de evitar a imobilização do recurso financeiro frente à possibilidade de realização de contratos de leasing e locação.

Para que os Bens Imobilizados retornem ao equilíbrio, seria necessária uma redução aproximada de **33.65%** dos ativos atuais.

**Análise de Empréstimos e Financiamentos de Curto Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Curto Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, no entanto em Tendência de Alta, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.

**Análise de Empréstimos e Financiamentos de Longo Prazo:**

O nível de Empréstimos e Financiamentos no Longo Prazo encontram-se dentro de parâmetros analisar, monitore os contratos ativos com o intuito de minimizar os impactos financeiros no caixa.

**Análise do Patrimônio Líquido:**

O Patrimônio Líquido encontra-se dentro de parâmetros analisar, monitore os índices de liquidez e solvência a fim de preservar o Patrimônio Líquido positivo.

## 5.16 LIQUIDEZ CORRENTE

In [3]:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Função para calcular e plotar a análise da Liquidez Seca
def analise_liquidez_seca(df):
    # Selecionar os últimos 5 períodos
    df_ultimos_5 = df.tail(5)

    # Calcular a Liquidez Seca (Ativo Circulante - Estoques) / Passivo Circulante
    df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) /
    df_ultimos_5['Passivo Circulante']

    # Plotar o gráfico de Liquidez Seca
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(df_ultimos_5['Data'], df_ultimos_5['Liquidez Seca'], marker='o', label='Liquidez Seca')

    # Adicionar linha de referência em 1.5
    plt.axhline(y=1.5, color='red', linestyle='--', label='Limite de 1.5')
```

```

plt.title('Liquidez Seca (Últimos 5 Períodos)')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Índice de Liquidez Seca')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Verificar o valor do último período
liquidez_seca_ultimo = df_ultimos_5['Liquidez Seca'].iloc[-1]
if liquidez_seca_ultimo >= 1.5:
    print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se dentro dos
parâmetros analisar.")
else:
    print(f"A Liquidez Seca no último período ({liquidez_seca_ultimo:.2f}) encontra-se abaixo dos
parâmetros analisar. Esta condição afeta a capacidade de honrar as obrigações no curto prazo, avalie
detalhadamente as recomendações citadas neste relatório")

# Exemplo de execução com um DataFrame
# Substitua o caminho do arquivo e as colunas conforme necessário para seus dados

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados (substitua o caminho do arquivo conforme
necessário)
df = pd.read_excel('C:/DataScience/SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (3)')

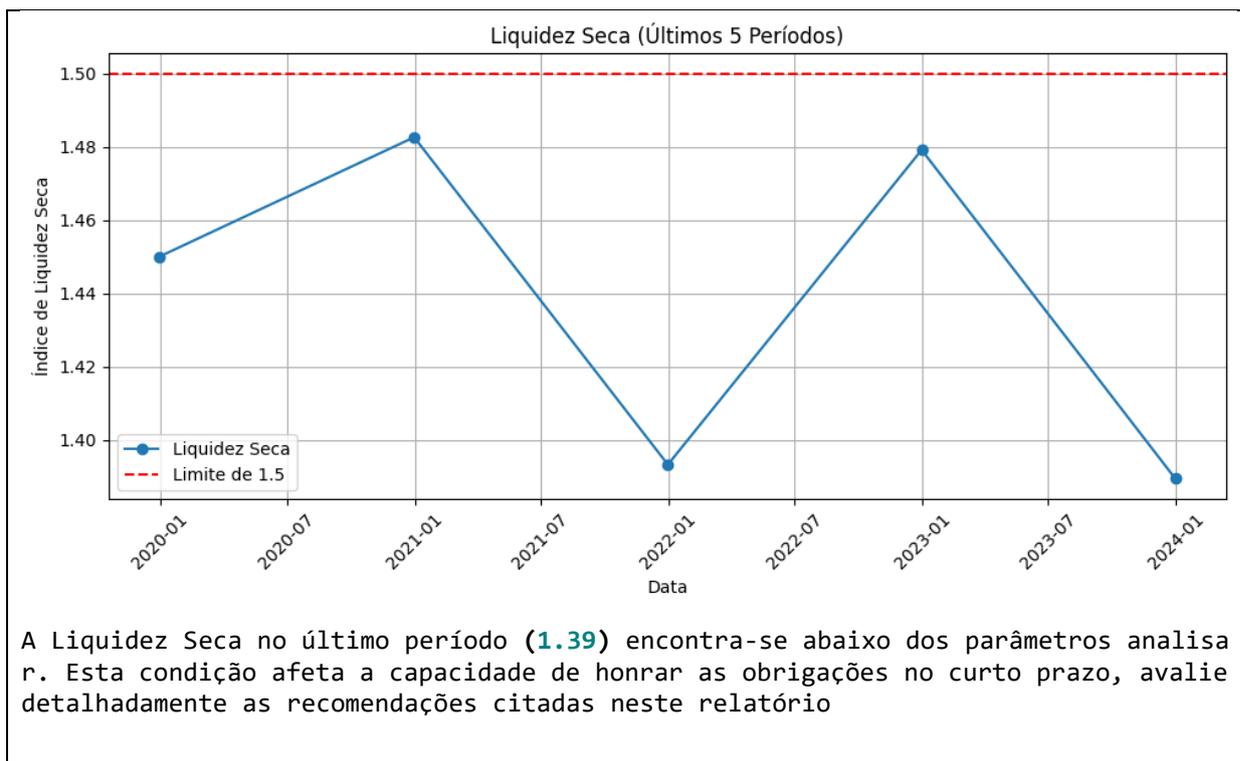
# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Filtrar os dados para a empresa de interesse, por exemplo, LREN3
df_empresa = df[df['Empresa'] == 'LREN3']

# Realizar a análise de Liquidez Seca
analise_liquidez_seca(df_empresa)
C:\Users\event\AppData\Local\Temp\ipykernel_24648\576737216.py:10: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\_guide/indexin
g.html#returning-a-view-versus-a-copy
df_ultimos_5['Liquidez Seca'] = (df_ultimos_5['Ativo Circulante'] - df_ultimos_5['Estoques']) / df_ultimos_
5['Passivo Circulante']

```



## APÊNDICE K – SISTEMA DE PREDIÇÃO DE INSOLVÊNCIA

```

import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, roc_auc_score
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (2)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes
dependent_var = 'Classe'
selected_features = [
    'Lucros acumulados',
    'Capital social',
    'Despesas pagas antecip',
    'Outros Ativos',
    'Intangíveis líquido',
    '=Lucro antes jur&imp EBIT',
    'Resv de Retencao de Luc',
    '+Outras variacoes',
    'Aum(redu) outr passivos',
    'Outras provisoes a curto prazo',
    'Obrig sociais e trabalh',
    'Outr result abrangentes',
    'Outros LP',
    'Ativos Biologicos CP',
    'Valor contab bem vendido',
    '-Despesas Financeiras',
    'Passivo nao circulante',
    'Estoques',
    'Dividendo min obrig a pg',
    'Investimentos'
]

# Preparar os dados
X = df[selected_features].fillna(0)
y = df[dependent_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

# Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

```

```

# Normalizar os dados
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

# Construir o modelo de RNA
model = Sequential()
model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(16, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

# Compilar o modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
              metrics=['accuracy'])

# Treinar o modelo
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2,
                   verbose=1)

# Avaliar o modelo no conjunto de teste
y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

# Calcular e imprimir métricas de avaliação
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_test, y_pred))
print("Confusion Matrix:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))

# Função para avaliar o risco de insolvência de uma empresa selecionada em um dataframe
# específico
def avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo):
    # Verificar se a coluna 'Empresa' existe no dataframe
    if 'Empresa' not in df_novo.columns:
        print("Coluna 'Empresa' não encontrada no dataframe.")
        return

    # Verificar se todas as colunas de 'selected_features' existem no dataframe
    missing_features = [col for col in selected_features if col not in df_novo.columns]
    if missing_features:
        print(f"As seguintes colunas estão faltando no dataframe: {missing_features}")
        return

    # Selecionar os dados da empresa no novo dataframe
    empresa = df_novo[df_novo['Empresa'] == nome_empresa]

    if empresa.empty:
        print("Empresa não encontrada.")
        return

```

```

# Usar o último período disponível
ultimo_periodo = empresa[selected_features].fillna(0).iloc[-1].values.reshape(1, -1)

# Normalizar os dados da empresa
ultimo_periodo_normalizado = scaler.transform(ultimo_periodo)

# Fazer a predição
previsao = (model.predict(ultimo_periodo_normalizado) > 0.5).astype("int32")[0][0]

# Exibir o resultado
if previsao == 1:
    print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como solvente.")
else:
    print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como insolvente.")

# Exemplo de como usar a função com outro dataframe
df_novo = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA
(3)')
df_novo.columns = df_novo.columns.str.strip()

nome_empresa = "AMER3" # Substitua pelo nome real da empresa no novo dataframe
avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo)
Epoch 1/50
C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87:
UserWarning: Do not pass an `input_shape`/`input_dim` argument to a layer. When using
Sequential models, prefer using an `Input(shape)` object as the first layer in the model
instead.
super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
43/43 ----- 1s 6ms/step - accuracy: 0.8393 -
loss: 0.5705 - val_accuracy: 0.8457 - val_loss: 0.4316
Epoch 2/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8652 -
loss: 0.3963 - val_accuracy: 0.8635 - val_loss: 0.3273
Epoch 3/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8939 -
loss: 0.2999 - val_accuracy: 0.8991 - val_loss: 0.2757
Epoch 4/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9065 -
loss: 0.2573 - val_accuracy: 0.9050 - val_loss: 0.2440
Epoch 5/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9098 -
loss: 0.2401 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2256
Epoch 6/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9244 -
loss: 0.1985 - val_accuracy: 0.9169 - val_loss: 0.2108
Epoch 7/50
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9269 -
loss: 0.1858 - val_accuracy: 0.9199 - val_loss: 0.1998
Epoch 8/50

```

```
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9408 -  
          loss: 0.1645 - val_accuracy: 0.9288 - val_loss: 0.1910  
          Epoch 9/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9290 -  
          loss: 0.1763 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1807  
          Epoch 10/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9336 -  
          loss: 0.1644 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1775  
          Epoch 11/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9439 -  
          loss: 0.1489 - val_accuracy: 0.9347 - val_loss: 0.1710  
          Epoch 12/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9446 -  
          loss: 0.1553 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1660  
          Epoch 13/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9437 -  
          loss: 0.1469 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1583  
          Epoch 14/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9502 -  
          loss: 0.1365 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1533  
          Epoch 15/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9523 -  
          loss: 0.1253 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1494  
          Epoch 16/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9490 -  
          loss: 0.1303 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1465  
          Epoch 17/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9580 -  
          loss: 0.1082 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1453  
          Epoch 18/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9530 -  
          loss: 0.1202 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1439  
          Epoch 19/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9493 -  
          loss: 0.1297 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1397  
          Epoch 20/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9486 -  
          loss: 0.1157 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1372  
          Epoch 21/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9618 -  
          loss: 0.1126 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1390  
          Epoch 22/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9613 -  
          loss: 0.0976 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1334  
          Epoch 23/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9547 -  
          loss: 0.1109 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1323  
          Epoch 24/50
```

```
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9620 -  
loss: 0.0989 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1376  
Epoch 25/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9640 -  
loss: 0.0927 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1299  
Epoch 26/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9645 -  
loss: 0.0962 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1291  
Epoch 27/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9649 -  
loss: 0.1009 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1319  
Epoch 28/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9592 -  
loss: 0.0996 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1293  
Epoch 29/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9630 -  
loss: 0.0880 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1274  
Epoch 30/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9643 -  
loss: 0.0894 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1348  
Epoch 31/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9732 -  
loss: 0.0860 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1268  
Epoch 32/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9709 -  
loss: 0.0780 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1290  
Epoch 33/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9637 -  
loss: 0.0923 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1377  
Epoch 34/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9573 -  
loss: 0.1032 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1278  
Epoch 35/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9712 -  
loss: 0.0882 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1297  
Epoch 36/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9692 -  
loss: 0.0894 - val_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1260  
Epoch 37/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9747 -  
loss: 0.0694 - val_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1276  
Epoch 38/50  
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9629 -  
loss: 0.0853 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1272  
Epoch 39/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9751 -  
loss: 0.0702 - val_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1260  
Epoch 40/50
```

```

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9527 -
          loss: 0.1106 - val_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1250
          Epoch 41/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9670 -
          loss: 0.0884 - val_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1308
          Epoch 42/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9574 -
          loss: 0.0918 - val_accuracy: 0.9644 - val_loss: 0.1275
          Epoch 43/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9708 -
          loss: 0.0759 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1276
          Epoch 44/50
43/43 ————— 0s 4ms/step - accuracy: 0.9672 -
          loss: 0.0768 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1269
          Epoch 45/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9779 -
          loss: 0.0643 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1284
          Epoch 46/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9705 -
          loss: 0.0689 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1355
          Epoch 47/50
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9654 -
          loss: 0.0781 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1274
          Epoch 48/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9721 -
          loss: 0.0690 - val_accuracy: 0.9614 - val_loss: 0.1286
          Epoch 49/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9761 -
          loss: 0.0702 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1302
          Epoch 50/50
43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9780 -
          loss: 0.0644 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1275
14/14 ————— 0s 6ms/step

```

Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.84	0.75	0.79	81
1	0.94	0.96	0.95	341
accuracy			0.92	422
macro avg	0.89	0.86	0.87	422
weighted avg	0.92	0.92	0.92	422

Confusion Matrix:

```

[[ 61 20]
 [ 12 329]]

```

AUC-ROC Score: 0.8589479019586547

1/1 ————— 0s 31ms/step

A empresa 'AMER3' está classificada como insolvente.

C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\sklearn\base.py:493: UserWarning: X does not have valid feature names, but StandardScaler was fitted with feature names

warnings.warn(

In [3]:

**import** pandas **as** pd

**import** numpy **as** np

**from** sklearn.model\_selection **import** train\_test\_split

**from** sklearn.preprocessing **import** StandardScaler

**from** sklearn.metrics **import** classification\_report, confusion\_matrix, roc\_auc\_score

**from** tensorflow.keras.models **import** Sequential

**from** tensorflow.keras.layers **import** Dense

**from** tensorflow.keras.optimizers **import** Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados

df = pd.read\_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet\_name='BD\_ANOVA (2)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas

df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes

dependent\_var = 'Classe'

selected\_features = [

'Lucros acumulados',

'Capital social',

'Despesas pagas antecip',

'Outros Ativos',

'Intangiveis liquido',

'=Lucro antes jur&imp EBIT',

'Resv de Retencao de Luc',

'+Outras variacoes',

'Aum(redu) outr passivos',

'Outras provisoes a curto prazo',

'Obrig sociais e trabalh',

'Outr result abrangentes',

'Outros LP',

'Ativos Biologicos CP',

'Valor contab bem vendido',

'-Despesas Financeiras',

'Passivo nao circulante',

'Estoques',

'Dividendo min obrig a pg',

'Investimentos'

]

# Preparar os dados

X = df[selected\_features].fillna(0)

y = df[dependent\_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

```

# Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Normalizar os dados
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

# Construir o modelo de RNA
model = Sequential()
model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(16, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

# Compilar o modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
              metrics=['accuracy'])

# Treinar o modelo
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2,
                   verbose=1)

# Avaliar o modelo no conjunto de teste
y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

# Calcular e imprimir métricas de avaliação
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_test, y_pred))
print("Confusion Matrix:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))

# Função para avaliar o risco de insolvência de uma empresa selecionada em um dataframe
# específico
def avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo):
    # Verificar se a coluna 'Empresa' existe no dataframe
    if 'Empresa' not in df_novo.columns:
        print("Coluna 'Empresa' não encontrada no dataframe.")
        return

    # Verificar se todas as colunas de 'selected_features' existem no dataframe
    missing_features = [col for col in selected_features if col not in df_novo.columns]
    if missing_features:
        print(f"As seguintes colunas estão faltando no dataframe: {missing_features}")
        return

    # Selecionar os dados da empresa no novo dataframe
    empresa = df_novo[df_novo['Empresa'] == nome_empresa]

```

```

        if empresa.empty:
            print("Empresa não encontrada.")
            return

        # Usar o último período disponível
        ultimo_periodo = empresa[selected_features].fillna(0).iloc[-1].values.reshape(1, -1)

        # Normalizar os dados da empresa
        ultimo_periodo_normalizado = scaler.transform(ultimo_periodo)

        # Fazer a predição
        previsao = (model.predict(ultimo_periodo_normalizado) > 0.5).astype("int32")[0][0]

        # Exibir o resultado
        if previsao == 1:
            print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como solvente.")
        else:
            print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como insolvente.")

        # Exemplo de como usar a função com outro dataframe
        df_novo = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA
                               (3)')
        df_novo.columns = df_novo.columns.str.strip()

        nome_empresa = "EMBR3" # Substitua pelo nome real da empresa no novo dataframe
        avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo)

```

Epoch 1/50  
C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87:  
UserWarning: Do not pass an `input\_shape`/`input\_dim` argument to a layer. When using  
Sequential models, prefer using an `Input(shape)` object as the first layer in the model  
instead.

```

        super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
43/43 ----- 1s 5ms/step - accuracy: 0.7122 -
        loss: 0.6542 - val_accuracy: 0.8368 - val_loss: 0.4608
        Epoch 2/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8653 -
        loss: 0.4278 - val_accuracy: 0.8398 - val_loss: 0.3736
        Epoch 3/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8670 -
        loss: 0.3540 - val_accuracy: 0.8605 - val_loss: 0.3302
        Epoch 4/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8918 -
        loss: 0.3075 - val_accuracy: 0.8813 - val_loss: 0.2995
        Epoch 5/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9136 -
        loss: 0.2604 - val_accuracy: 0.8991 - val_loss: 0.2747
        Epoch 6/50

```

```
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9178 -  
      loss: 0.2362 - val_accuracy: 0.9021 - val_loss: 0.2519  
      Epoch 7/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9068 -  
      loss: 0.2366 - val_accuracy: 0.9080 - val_loss: 0.2318  
      Epoch 8/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9163 -  
      loss: 0.2194 - val_accuracy: 0.9169 - val_loss: 0.2201  
      Epoch 9/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9167 -  
      loss: 0.1973 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2071  
      Epoch 10/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9306 -  
      loss: 0.1745 - val_accuracy: 0.9228 - val_loss: 0.1988  
      Epoch 11/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9285 -  
      loss: 0.1846 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1905  
      Epoch 12/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9434 -  
      loss: 0.1608 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1802  
      Epoch 13/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9475 -  
      loss: 0.1476 - val_accuracy: 0.9288 - val_loss: 0.1744  
      Epoch 14/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9408 -  
      loss: 0.1710 - val_accuracy: 0.9258 - val_loss: 0.1769  
      Epoch 15/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9460 -  
      loss: 0.1528 - val_accuracy: 0.9288 - val_loss: 0.1685  
      Epoch 16/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9521 -  
      loss: 0.1283 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1649  
      Epoch 17/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9538 -  
      loss: 0.1390 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1567  
      Epoch 18/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9580 -  
      loss: 0.1160 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1660  
      Epoch 19/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9505 -  
      loss: 0.1160 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1599  
      Epoch 20/50  
43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9604 -  
      loss: 0.1188 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1474  
      Epoch 21/50
```

43/43	0s 3ms/step - accuracy: 0.9517 - loss: 0.1207 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1471 Epoch 22/50
43/43	0s 3ms/step - accuracy: 0.9492 - loss: 0.1280 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1464 Epoch 23/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9479 - loss: 0.1195 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1431 Epoch 24/50
43/43	0s 3ms/step - accuracy: 0.9551 - loss: 0.1084 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1453 Epoch 25/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9629 - loss: 0.1038 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1478 Epoch 26/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9639 - loss: 0.0982 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1379 Epoch 27/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9665 - loss: 0.0966 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1436 Epoch 28/50
43/43	0s 3ms/step - accuracy: 0.9628 - loss: 0.1074 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1366 Epoch 29/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9575 - loss: 0.1073 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1355 Epoch 30/50
43/43	0s 3ms/step - accuracy: 0.9619 - loss: 0.0925 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1369 Epoch 31/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9572 - loss: 0.1059 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1392 Epoch 32/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9599 - loss: 0.0993 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1334 Epoch 33/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9569 - loss: 0.0901 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1348 Epoch 34/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9660 - loss: 0.0932 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1337 Epoch 35/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9662 - loss: 0.0863 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1295 Epoch 36/50
43/43	0s 2ms/step - accuracy: 0.9750 - loss: 0.0756 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1268 Epoch 37/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9706 -  
 loss: 0.0795 - val\_accuracy: 0.9466 - val\_loss: 0.1333  
 Epoch 38/50

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9647 -  
 loss: 0.0779 - val\_accuracy: 0.9585 - val\_loss: 0.1280  
 Epoch 39/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9632 -  
 loss: 0.0901 - val\_accuracy: 0.9496 - val\_loss: 0.1328  
 Epoch 40/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9724 -  
 loss: 0.0782 - val\_accuracy: 0.9496 - val\_loss: 0.1369  
 Epoch 41/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9677 -  
 loss: 0.0784 - val\_accuracy: 0.9496 - val\_loss: 0.1294  
 Epoch 42/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9658 -  
 loss: 0.0835 - val\_accuracy: 0.9496 - val\_loss: 0.1315  
 Epoch 43/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9670 -  
 loss: 0.0800 - val\_accuracy: 0.9585 - val\_loss: 0.1272  
 Epoch 44/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9725 -  
 loss: 0.0677 - val\_accuracy: 0.9614 - val\_loss: 0.1323  
 Epoch 45/50

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9751 -  
 loss: 0.0718 - val\_accuracy: 0.9614 - val\_loss: 0.1303  
 Epoch 46/50

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9691 -  
 loss: 0.0937 - val\_accuracy: 0.9614 - val\_loss: 0.1282  
 Epoch 47/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9748 -  
 loss: 0.0675 - val\_accuracy: 0.9644 - val\_loss: 0.1247  
 Epoch 48/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9689 -  
 loss: 0.0778 - val\_accuracy: 0.9466 - val\_loss: 0.1351  
 Epoch 49/50

43/43 ————— 0s 2ms/step - accuracy: 0.9776 -  
 loss: 0.0601 - val\_accuracy: 0.9614 - val\_loss: 0.1231  
 Epoch 50/50

43/43 ————— 0s 3ms/step - accuracy: 0.9742 -  
 loss: 0.0777 - val\_accuracy: 0.9644 - val\_loss: 0.1296

14/14 ————— 0s 4ms/step

## Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.80	0.73	0.76	81
1	0.94	0.96	0.95	341
accuracy			0.91	422
macro avg	0.87	0.84	0.85	422
weighted avg	0.91	0.91	0.91	422

## Confusion Matrix:

```
[[ 59 22]
 [ 15 326]]
```

AUC-ROC Score: 0.8422033959668369

1/1 

---

 0s 16ms/step

A empresa 'EMBR3' está classificada como solvente.

C:\Users\evet\anaconda3\lib\site-packages\sklearn\base.py:493: UserWarning: X does not have valid feature names, but StandardScaler was fitted with feature names

warnings.warn(

In [4]:

**import** pandas as pd**import** numpy as np**from** sklearn.model\_selection **import** train\_test\_split**from** sklearn.preprocessing **import** StandardScaler**from** sklearn.metrics **import** classification\_report, confusion\_matrix, roc\_auc\_score**from** tensorflow.keras.models **import** Sequential**from** tensorflow.keras.layers **import** Dense**from** tensorflow.keras.optimizers **import** Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados

df = pd.read\_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet\_name='BD\_ANOVA (2)')

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas

df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes

dependent\_var = 'Classe'

selected\_features = [

```

        'Lucros acumulados',
        'Capital social',
        'Despesas pagas antecip',
        'Outros Ativos',
        'Intangiveis liquido',
        '=Lucro antes jur&imp EBIT',
        'Resv de Retencao de Luc',
        '+Outras variacoes',
        'Aum(redu) outr passivos',
        'Outras provisoes a curto prazo',
        'Obrig sociais e trabalh',
        'Outr result abrangentes',
        'Outros LP',
        'Ativos Biologicos CP',
        'Valor contab bem vendido',
        '-Despesas Financeiras',
        'Passivo nao circulante',
        'Estoques',
        'Dividendo min obrig a pg',
        'Investimentos'
    ]

    # Preparar os dados
    X = df[selected_features].fillna(0)
    y = df[dependent_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

    # Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

    # Normalizar os dados
    scaler = StandardScaler()
    X_train = scaler.fit_transform(X_train)
    X_test = scaler.transform(X_test)

    # Construir o modelo de RNA
    model = Sequential()
    model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
    model.add(Dense(16, activation='relu'))
    model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

    # Compilar o modelo
    model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
                  metrics=['accuracy'])

    # Treinar o modelo
    history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2,
                       verbose=1)

    # Avaliar o modelo no conjunto de teste
    y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

```

```

        # Calcular e imprimir métricas de avaliação
        print("Classification Report:")
        print(classification_report(y_test, y_pred))
        print("Confusion Matrix:")
        print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
        print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))

# Função para avaliar o risco de insolvência de uma empresa selecionada em um dataframe
específico
def avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo):
    # Verificar se a coluna 'Empresa' existe no dataframe
    if 'Empresa' not in df_novo.columns:
        print("Coluna 'Empresa' não encontrada no dataframe.")
        return

    # Verificar se todas as colunas de 'selected_features' existem no dataframe
    missing_features = [col for col in selected_features if col not in df_novo.columns]
    if missing_features:
        print(f"As seguintes colunas estão faltando no dataframe: {missing_features}")
        return

    # Selecionar os dados da empresa no novo dataframe
    empresa = df_novo[df_novo['Empresa'] == nome_empresa]

    if empresa.empty:
        print("Empresa não encontrada.")
        return

    # Usar o último período disponível
    ultimo_periodo = empresa[selected_features].fillna(0).iloc[-1].values.reshape(1, -1)

    # Normalizar os dados da empresa
    ultimo_periodo_normalizado = scaler.transform(ultimo_periodo)

    # Fazer a previsão
    previsao = (model.predict(ultimo_periodo_normalizado) > 0.5).astype("int32")[0][0]

    # Exibir o resultado
    if previsao == 1:
        print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como solvente.")
    else:
        print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como insolvente.")

    # Exemplo de como usar a função com outro dataframe
    df_novo = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA
        (3)')
    df_novo.columns = df_novo.columns.str.strip()

    nome_empresa = "LREN3" # Substitua pelo nome real da empresa no novo dataframe

```

```

avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo)
Epoch 1/50
C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87:
UserWarning: Do not pass an `input_shape`/`input_dim` argument to a layer. When using
Sequential models, prefer using an `Input(shape)` object as the first layer in the model
instead.
super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
43/43 ----- 1s 5ms/step - accuracy: 0.6829 -
loss: 0.6079 - val_accuracy: 0.8427 - val_loss: 0.4443
Epoch 2/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8547 -
loss: 0.4091 - val_accuracy: 0.8872 - val_loss: 0.3230
Epoch 3/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.8850 -
loss: 0.2981 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2813
Epoch 4/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9151 -
loss: 0.2505 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2544
Epoch 5/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9204 -
loss: 0.2248 - val_accuracy: 0.9228 - val_loss: 0.2350
Epoch 6/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9271 -
loss: 0.1969 - val_accuracy: 0.9258 - val_loss: 0.2217
Epoch 7/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9329 -
loss: 0.1847 - val_accuracy: 0.9228 - val_loss: 0.2113
Epoch 8/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9233 -
loss: 0.1846 - val_accuracy: 0.9288 - val_loss: 0.2018
Epoch 9/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9285 -
loss: 0.1851 - val_accuracy: 0.9288 - val_loss: 0.1978
Epoch 10/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9318 -
loss: 0.1700 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1876
Epoch 11/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9461 -
loss: 0.1418 - val_accuracy: 0.9347 - val_loss: 0.1814
Epoch 12/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9568 -
loss: 0.1328 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1749
Epoch 13/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9499 -
loss: 0.1425 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1736
Epoch 14/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9550 -
loss: 0.1309 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1687

```

	Epoch 15/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9506 - loss: 0.1305 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1681
	Epoch 16/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9525 - loss: 0.1230 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1642
	Epoch 17/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9589 - loss: 0.1309 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1629
	Epoch 18/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9633 - loss: 0.1102 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1566
	Epoch 19/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9639 - loss: 0.1101 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1591
	Epoch 20/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9632 - loss: 0.1117 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1590
	Epoch 21/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9576 - loss: 0.1102 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1568
	Epoch 22/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9578 - loss: 0.1110 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1549
	Epoch 23/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9602 - loss: 0.1008 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1533
	Epoch 24/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9617 - loss: 0.0918 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1554
	Epoch 25/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9604 - loss: 0.1053 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1614
	Epoch 26/50	
43/43	—————	0s 3ms/step - accuracy: 0.9631 - loss: 0.0966 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1536
	Epoch 27/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9709 - loss: 0.0821 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1525
	Epoch 28/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9668 - loss: 0.0905 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1503
	Epoch 29/50	
43/43	—————	0s 2ms/step - accuracy: 0.9680 - loss: 0.0902 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1577
	Epoch 30/50	

```
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9745 -  
          loss: 0.0880 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1632  
          Epoch 31/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9613 -  
          loss: 0.0986 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1661  
          Epoch 32/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9648 -  
          loss: 0.0860 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1522  
          Epoch 33/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9655 -  
          loss: 0.0902 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1507  
          Epoch 34/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9542 -  
          loss: 0.0971 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1546  
          Epoch 35/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9713 -  
          loss: 0.0845 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1607  
          Epoch 36/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9685 -  
          loss: 0.0798 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1524  
          Epoch 37/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9566 -  
          loss: 0.1008 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1472  
          Epoch 38/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9667 -  
          loss: 0.0799 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1565  
          Epoch 39/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9680 -  
          loss: 0.0906 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1631  
          Epoch 40/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9709 -  
          loss: 0.0802 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1544  
          Epoch 41/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9647 -  
          loss: 0.0799 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1589  
          Epoch 42/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9695 -  
          loss: 0.0821 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1576  
          Epoch 43/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9628 -  
          loss: 0.0896 - val_accuracy: 0.9585 - val_loss: 0.1511  
          Epoch 44/50  
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9685 -  
          loss: 0.0777 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1599  
          Epoch 45/50  
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9618 -  
          loss: 0.0875 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1643
```

```

Epoch 46/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9759 -
loss: 0.0663 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1525
Epoch 47/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9764 -
loss: 0.0679 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1517
Epoch 48/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9792 -
loss: 0.0638 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1519
Epoch 49/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9755 -
loss: 0.0742 - val_accuracy: 0.9555 - val_loss: 0.1571
Epoch 50/50
43/43 ----- 0s 2ms/step - accuracy: 0.9773 -
loss: 0.0652 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1480
14/14 ----- 0s 5ms/step

Classification Report:
precision  recall  f1-score  support

0   0.79   0.70   0.75   81
1   0.93   0.96   0.94  341

accuracy                0.91  422
macro avg   0.86   0.83   0.84  422
weighted avg 0.90   0.91   0.91  422

Confusion Matrix:
[[ 57  24]
 [ 15 326]]
AUC-ROC Score: 0.8298577169544912
1/1 ----- 0s 16ms/step
A empresa 'LREN3' está classificada como solvente.

C:\Users\evert\anaconda3\lib\site-packages\sklearn\base.py:493: UserWarning: X does not
have valid feature names, but StandardScaler was fitted with feature names
warnings.warn(
In [1]:
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix, roc_auc_score
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam

# Carregar o arquivo Excel com os dados normalizados
df = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA (2)')

```

```

# Remover espaços em branco dos nomes das colunas
df.columns = df.columns.str.strip()

# Definir a variável dependente e as variáveis independentes
dependent_var = 'Classe'
selected_features = [
    'Lucros acumulados',
    'Capital social',
    'Despesas pagas antecip',
    'Outros Ativos',
    'Intangíveis líquido',
    '=Lucro antes jur&imp EBIT',
    'Resv de Retencao de Luc',
    '+Outras variacoes',
    'Aum(redu) outr passivos',
    'Outras provisoes a curto prazo',
    'Obrig sociais e trabalh',
    'Outr result abrangentes',
    'Outros LP',
    'Ativos Biologicos CP',
    'Valor contab bem vendido',
    '-Despesas Financeiras',
    'Passivo nao circulante',
    'Estoques',
    'Dividendo min obrig a pg',
    'Investimentos'
]

# Preparar os dados
X = df[selected_features].fillna(0)
y = df[dependent_var].apply(lambda x: 1 if x == 1 else 0)

# Dividir os dados em conjunto de treinamento e teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Normalizar os dados
scaler = StandardScaler()
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

# Construir o modelo de RNA
model = Sequential()
model.add(Dense(32, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(16, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

# Compilar o modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer=Adam(learning_rate=0.001),
              metrics=['accuracy'])

```

```

# Treinar o modelo
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=50, batch_size=32, validation_split=0.2,
                    verbose=1)

# Avaliar o modelo no conjunto de teste
y_pred = (model.predict(X_test) > 0.5).astype("int32")

# Calcular e imprimir métricas de avaliação
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_test, y_pred))
print("Confusion Matrix:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print("AUC-ROC Score:", roc_auc_score(y_test, y_pred))

# Função para avaliar o risco de insolvência de uma empresa selecionada em um dataframe
específico
def avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo):
# Verificar se a coluna 'Empresa' existe no dataframe
if 'Empresa' not in df_novo.columns:
print("Coluna 'Empresa' não encontrada no dataframe.")
return

# Verificar se todas as colunas de 'selected_features' existem no dataframe
missing_features = [col for col in selected_features if col not in df_novo.columns]
if missing_features:
print(f"As seguintes colunas estão faltando no dataframe: {missing_features}")
return

# Selecionar os dados da empresa no novo dataframe
empresa = df_novo[df_novo['Empresa'] == nome_empresa]

if empresa.empty:
print("Empresa não encontrada.")
return

# Usar o último período disponível
ultimo_periodo = empresa[selected_features].fillna(0).iloc[-1].values.reshape(1, -1)

# Normalizar os dados da empresa
ultimo_periodo_normalizado = scaler.transform(ultimo_periodo)

# Fazer a predição
previsao = (model.predict(ultimo_periodo_normalizado) > 0.5).astype("int32")[0][0]

# Exibir o resultado
if previsao == 1:
print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como solvente.")
else:
print(f"A empresa '{nome_empresa}' está classificada como insolvente.")

```

```

# Exemplo de como usar a função com outro dataframe
df_novo = pd.read_excel('C:\DataScience\SOLVENCIA.xlsx', sheet_name='BD_ANOVA
                        (3)')
df_novo.columns = df_novo.columns.str.strip()

nome_empresa = "CVCB3" # Substitua pelo nome real da empresa no novo dataframe
avaliar_empresa(nome_empresa, df_novo)
C:\Users\evvert\anaconda3\lib\site-packages\keras\src\layers\core\dense.py:87:
UserWarning: Do not pass an `input_shape`/`input_dim` argument to a layer. When using
Sequential models, prefer using an `Input(shape)` object as the first layer in the model
instead.
super().__init__(activity_regularizer=activity_regularizer, **kwargs)
Epoch 1/50
43/43 ----- 3s 12ms/step - accuracy: 0.8390 -
loss: 0.5965 - val_accuracy: 0.8576 - val_loss: 0.4390
Epoch 2/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.8860 -
loss: 0.3943 - val_accuracy: 0.8872 - val_loss: 0.3397
Epoch 3/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9004 -
loss: 0.3134 - val_accuracy: 0.9080 - val_loss: 0.3022
Epoch 4/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9074 -
loss: 0.2810 - val_accuracy: 0.9110 - val_loss: 0.2798
Epoch 5/50
43/43 ----- 0s 3ms/step - accuracy: 0.9262 -
loss: 0.2353 - val_accuracy: 0.9080 - val_loss: 0.2632
Epoch 6/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9043 -
loss: 0.2487 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2449
Epoch 7/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9181 -
loss: 0.2193 - val_accuracy: 0.9139 - val_loss: 0.2282
Epoch 8/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9126 -
loss: 0.2230 - val_accuracy: 0.9199 - val_loss: 0.2174
Epoch 9/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9243 -
loss: 0.1908 - val_accuracy: 0.9199 - val_loss: 0.2034
Epoch 10/50
43/43 ----- 0s 5ms/step - accuracy: 0.9277 -
loss: 0.1746 - val_accuracy: 0.9228 - val_loss: 0.1965
Epoch 11/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9324 -
loss: 0.1687 - val_accuracy: 0.9258 - val_loss: 0.1886
Epoch 12/50
43/43 ----- 0s 4ms/step - accuracy: 0.9387 -
loss: 0.1659 - val_accuracy: 0.9318 - val_loss: 0.1806

```

	Epoch 13/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9321 - loss: 0.1586 - val_accuracy: 0.9347 - val_loss: 0.1766
	Epoch 14/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9470 - loss: 0.1419 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1754
	Epoch 15/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9541 - loss: 0.1312 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1703
	Epoch 16/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9534 - loss: 0.1285 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1642
	Epoch 17/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9462 - loss: 0.1276 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1644
	Epoch 18/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9496 - loss: 0.1311 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1597
	Epoch 19/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9546 - loss: 0.1231 - val_accuracy: 0.9347 - val_loss: 0.1570
	Epoch 20/50	
43/43	-----	1s 5ms/step - accuracy: 0.9551 - loss: 0.1313 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1560
	Epoch 21/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9526 - loss: 0.1191 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1603
	Epoch 22/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9517 - loss: 0.1312 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1543
	Epoch 23/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9626 - loss: 0.1142 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1587
	Epoch 24/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9566 - loss: 0.0976 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1509
	Epoch 25/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9642 - loss: 0.1164 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1519
	Epoch 26/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9642 - loss: 0.1062 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1514
	Epoch 27/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9605 - loss: 0.1119 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1500
	Epoch 28/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9596 - loss: 0.0923 - val_accuracy: 0.9377 - val_loss: 0.1499

	Epoch 29/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9514 - loss: 0.1066 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1487
	Epoch 30/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9642 - loss: 0.0940 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1488
	Epoch 31/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9636 - loss: 0.0866 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1486
	Epoch 32/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9600 - loss: 0.0898 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1476
	Epoch 33/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9734 - loss: 0.0826 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1481
	Epoch 34/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9671 - loss: 0.0835 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1493
	Epoch 35/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9633 - loss: 0.0905 - val_accuracy: 0.9407 - val_loss: 0.1469
	Epoch 36/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9499 - loss: 0.1171 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1489
	Epoch 37/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9660 - loss: 0.0860 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1440
	Epoch 38/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9729 - loss: 0.0837 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1462
	Epoch 39/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9704 - loss: 0.0866 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1505
	Epoch 40/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9583 - loss: 0.1000 - val_accuracy: 0.9525 - val_loss: 0.1445
	Epoch 41/50	
43/43	-----	0s 5ms/step - accuracy: 0.9663 - loss: 0.0907 - val_accuracy: 0.9466 - val_loss: 0.1461
	Epoch 42/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9718 - loss: 0.0785 - val_accuracy: 0.9436 - val_loss: 0.1460
	Epoch 43/50	
43/43	-----	0s 4ms/step - accuracy: 0.9659 - loss: 0.0789 - val_accuracy: 0.9496 - val_loss: 0.1450
	Epoch 44/50	

43/43 ————— 0s 4ms/step - accuracy: 0.9669 -  
 loss: 0.0919 - val\_accuracy: 0.9436 - val\_loss: 0.1478  
 Epoch 45/50

43/43 ————— 0s 5ms/step - accuracy: 0.9650 -  
 loss: 0.0873 - val\_accuracy: 0.9377 - val\_loss: 0.1595  
 Epoch 46/50

43/43 ————— 0s 5ms/step - accuracy: 0.9733 -  
 loss: 0.0760 - val\_accuracy: 0.9436 - val\_loss: 0.1465  
 Epoch 47/50

43/43 ————— 0s 5ms/step - accuracy: 0.9646 -  
 loss: 0.0906 - val\_accuracy: 0.9496 - val\_loss: 0.1432  
 Epoch 48/50

43/43 ————— 0s 5ms/step - accuracy: 0.9713 -  
 loss: 0.0776 - val\_accuracy: 0.9525 - val\_loss: 0.1460  
 Epoch 49/50

43/43 ————— 0s 4ms/step - accuracy: 0.9691 -  
 loss: 0.0795 - val\_accuracy: 0.9436 - val\_loss: 0.1475  
 Epoch 50/50

43/43 ————— 0s 4ms/step - accuracy: 0.9688 -  
 loss: 0.0749 - val\_accuracy: 0.9525 - val\_loss: 0.1454

14/14 ————— 0s 7ms/step

Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
0	0.81	0.74	0.77	81
1	0.94	0.96	0.95	341
accuracy			0.92	422
macro avg	0.88	0.85	0.86	422
weighted avg	0.91	0.92	0.92	422

Confusion Matrix:

[[ 60 21]

[ 14 327]]

AUC-ROC Score: 0.8498425111328337

1/1 ————— 0s 58ms/step

A empresa 'CVCB3' está classificada como insolvente.