

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SAMUEL DE LIMA JUNIOR

CLASSIFICAÇÃO DOS *RATINGS* SOBERANOS DOS MEMBROS DO G20: UMA
ALTERNATIVA ÀS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

CURITIBA
2013

SAMUEL DE LIMA JUNIOR

CLASSIFICAÇÃO DOS *RATINGS* SOBERANOS DOS MEMBROS DO G20: UMA
ALTERNATIVA ÀS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Pesquisa Operacional, na Linha de Pesquisa em Métodos Estatísticos Aplicados à Engenharia, Departamento de Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Chaves Neto

CURITIBA
2013

Lima Junior, Samuel de

Classificação dos ratings soberanos dos membros do G20: uma alternativa às entidades fechadas de previdência complementar / Samuel de Lima Junior. – Curitiba, 2013.

120 f. : il.; graf., tab. + mapas

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Orientador: Anselmo Chaves Neto

1. Previdência privada - Análise fatorial. I. Chaves Neto, Anselmo.
II. Título.

CDD 519.5354

TERMO DE APROVAÇÃO

SAMUEL DE LIMA JUNIOR

CLASSIFICAÇÃO DOS *RATINGS* SOBERANOS DOS MEMBROS DO G20: UMA ALTERNATIVA ÀS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Chaves Neto
Departamento de Estatística, UFPR

Prof. Dr. Cláudio José Luchesa
Departamento de Administração, UNICURITIBA

Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto
Departamento de Engenharia Mecânica, UFPR

Prof.^a Dr.^a Sonia Isoldi Marty Gama Müller
Departamento de Estatística, UFPR

Curitiba, 27 de maio de 2013.

A Bruna, minha noiva.
A Deisi e Samuel, meus pais.
A Serafina e Maria, minhas avós.
A Carolina (*in memoriam*), minha bisavó materna.
Por me ampararem neste importante momento da
minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer superar as dificuldades e os obstáculos para concluir com êxito a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Anselmo Chaves Neto, pela excelente orientação nesta pesquisa, por compartilhar suas experiências acadêmicas e, sobretudo, pela amizade e pela confiança durante este período.

Aos professores Arinei, Anselmo, Alexandre, Helena, Maria do Carmo, Maria Terezinha e Ricardo, pela devoção aos alunos, pelas doutrinas e pelos conhecimentos transmitidos em suas aulas.

Um agradecimento especial aos meus pais, Deisi e Samuel, por me ensinarem o valor e a importância do estudo, sempre me ajudando com palavras sábias e motivacionais.

À minha noiva, Bruna, pelo companheirismo e pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus amigos, pelo incentivo.

Aos colegas Cleibson, Daniel, João e Nivaldo, pelo auxílio concedido durante o desenvolvimento deste projeto.

A todos os colegas de curso, por compartilharem seus conhecimentos.

E, por fim, agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Você é livre para fazer suas escolhas, mas é prisioneiro das consequências.

Pablo Neruda

RESUMO

Cada Entidade Fechada de Previdência Complementar (EFPC) possui sua própria política de investimentos que permite aportes somente em investimentos considerados de baixo risco. Os riscos soberanos de títulos públicos dos países são avaliados por agências classificadoras de risco, entre as quais se destacam as agências Standard & Poor's, Moody's e Fitch Ratings. Apesar de estas agências utilizarem vários critérios e variáveis para atribuir notas (*ratings*) à classificação do risco soberano de um país, também levam em conta, em suas metodologias de classificação, a análise subjetiva dos países em questão. Esta dissertação visa elaborar uma metodologia de ranqueamento livre de critérios subjetivos e, para tanto, foram aplicadas metodologias estatísticas de Análise Multivariada de Dados – das quais a primeira é a Análise de Componentes Principais, utilizada para descartar 17 variáveis que apresentaram redundância na explicação da variabilidade dos dados. Após essa eliminação, aplicou-se a Análise Fatorial, considerando-se o número final de fatores, em dois casos, pelo Critério da Raiz Latente ($\lambda_0 = 0,70$) e pelo Critério de Percentagem da Variância (93%), que explicaram 87,76% e 93,07% da variabilidade dos dados, respectivamente. Para melhor interpretar os fatores gerados nessas análises fatoriais, os mesmos foram rotacionados pelo método Varimax. Depois da rotação, podem-se calcular os escores fatoriais brutos e padronizados, que foram agrupados, considerando-se como medida de similaridade a distância Euclidiana e por meio do método aglomerativo hierárquico de Ward, em dois distintos grupos. Paralelamente, estes mesmos escores foram ordenados decrescentemente para a obtenção dos ranqueamentos dos países-membros do G20. A correlação entre estes ranqueamentos e os ranqueamentos feitos pelas três principais agências classificadoras de risco foi avaliada por meio do Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman, que apontou correlação moderada, variando de 0,638 a 0,778. Portanto, infere-se que as análises aplicadas neste trabalho eliminaram a subjetividade das análises das agências classificadoras de risco, gerando uma classificação dos países analisados, quanto ao risco, sem influência de fatores subjetivos. Como resultado final, tem-se o Brasil na décima colocação, superando países como Coreia do Sul, Arábia Saudita, China e México, que apresentam melhores classificações perante as agências de risco. Com isto, as EFPC poderiam empregar a metodologia desenvolvida neste trabalho para a verificação do risco de crédito dos investimentos, valendo-se, assim, de uma ferramenta idônea e isenta de subjetividades.

Palavras-chave: *Ratings* Soberanos. Análise Fatorial Exploratória. Análise de Agrupamentos.

ABSTRACT

Each Pension Fund has its own investments policy which only allows contributions into investments considered as low risk. The risks of sovereign bonds of countries are evaluated by rating agencies, among them Standard & Poor's, Moody's and Fitch Ratings are highlighted. Despite these agencies use different criteria and variables to assign grades, called ratings, it also takes into account subjective analysis in its country's sovereign risk classification methodologies. This Master Thesis aims to develop a rank methodology without any kind of subjective criteria, for this, the statistical methodologies of Multivariate Data Analysis were applied, the first was Principal Component Analysis, used to discard 17 variables that were redundant in explaining the data variability. After this elimination, the Factor Analysis was applied, considering the final number of factors, in two cases, the Latent Root Criterion ($\lambda_0 = 0,70$) and the Percentage of Variance Criterion (93%), which explained 87,76% and 93,07% of the data variability, respectively. In order to interpret better the generated factors from these factors analyzes, the factors were rotated by Varimax method. After the rotation, the raw and standardized factor scores could be calculated and clustered, considering the Euclidean distance as similarity measure and using the agglomerative hierarchical Ward's method, in two distinct groups. In parallel, these same factor scores were ordered decreasingly to obtain the ranks of G20 member countries. The correlation between these ranks and the three major rating agencies ranks were measured through the Spearman's rank correlation coefficient, which showed moderate correlation, ranging from 0,638 to 0,778. Therefore, it is inferred that the analysis applied in this study eliminated the subjectivity of the analysis of the rating agencies, establishing a risk ranking without the influence of subjective factors of the countries examined. As finally result, Brazil has been the positioned in tenth place, surpassing countries such as South Korea, Saudi Arabia, China and Mexico, which are better evaluated by the ratings agencies. With this, the Pension Funds could employ the methodology developed in this work in order to check the credit risk of the investment, and thus a suitable tool without subjectivity.

Keywords: Sovereign Ratings. Exploratory Factorial Analysis. Cluster Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - GRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE OS <i>RATINGS</i> E OS <i>SPREADS</i> SOBERANOS.....	33
FIGURA 2 - ESTRUTURA PARA A ELABORAÇÃO DO <i>RATING</i> SOBERANO DA AGÊNCIA S&P	38
FIGURA 3 - EXEMPLO HIPOTÉTICO DO MECANISMO DE CLASSIFICAÇÃO DE <i>RATING</i> SOBERANO DA AGÊNCIA MOODY'S	39
FIGURA 4 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DA LIGAÇÃO SIMPLES	67
FIGURA 5 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DA LIGAÇÃO COMPLETA.....	68
FIGURA 6 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DA LIGAÇÃO MÉDIA	69
FIGURA 7 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DO CENTROIDE	69
FIGURA 8 - DENDROGRAMA DOS ESCORES FATORIAIS PELO CRITÉRIO DA RAIZ LATENTE	97
FIGURA 9 - DENDROGRAMA DOS ESCORES FATORIAIS COM NOVE FATORES.....	98
FIGURA 10 - DIAGRAMA DE VENN DO PRIMEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES.....	139
FIGURA 11 - DIAGRAMA DE VENN DO SEGUNDO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES.....	139
FIGURA 12 - DIAGRAMA DE VENN DO TERCEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES.....	140
FIGURA 13 - DIAGRAMA DE VENN DO QUARTO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES.....	140
FIGURA 14 - DENDROGRAMA DA LIGAÇÃO SIMPLES.....	141
FIGURA 15 - DIAGRAMA DE VENN DO PRIMEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA.....	141
FIGURA 16 - DIAGRAMA DE VENN DO SEGUNDO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA.....	142
FIGURA 17 - DIAGRAMA DE VENN DO TERCEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA.....	143
FIGURA 18 - DIAGRAMA DE VENN DO QUARTO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA.....	143
FIGURA 19 - DENDROGRAMA DA LIGAÇÃO COMPLETA.....	144
FIGURA 20 - DENDROGRAMA DA LIGAÇÃO MÉDIA.....	145
FIGURA 21 - DENDROGRAMA DO MÉTODO DO CENTROIDE.....	147
FIGURA 22 - DENDROGRAMA DO MÉTODO DE WARD	150
FIGURA 23 - MAPA DO RANQUEAMENTO DO RISCO DE CRÉDITO, UTILIZANDO-SE O CRITÉRIO DA RAIZ LATENTE, DOS PAÍSES-MEMBROS DO G20.....	154
FIGURA 24 - MAPA DO RANQUEAMENTO DO RISCO DE CRÉDITO, UTILIZANDO-SE O CRITÉRIO DE PORCENTAGEM DA VARIÂNCIA, DOS PAÍSES-MEMBROS DO G20.....	155

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - NOMENCLATURA DAS TRÊS PRINCIPAIS AGÊNCIAS DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO	15
QUADRO 2 - COMPILAÇÃO DOS LIMITES ESTABELECIDOS ÀS EFPC PELA RESOLUÇÃO Nº 3.792 DO CMN.....	29
QUADRO 3 - DETERMINANTES DO RISCO SOBERANO: ESTUDOS EMPÍRICOS RELEVANTES.....	44
QUADRO 4 - MEMBROS DO GRUPO DOS 20.....	75
QUADRO 5 - FONTES CONSULTADAS PARA COLETA DOS DADOS.....	81
QUADRO 6 - VARIÁVEIS ASSOCIADAS AOS SETE FATORES DA AFE.....	90
QUADRO 7 - VARIÁVEIS ASSOCIADAS AOS NOVE FATORES DA AFE.....	95
QUADRO 8 - RATINGS ATRIBUÍDOS PELAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO	99

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUANTIDADE DE PLANOS ASSISTENCIAIS E PREVIDENCIAIS ATIVOS DAS EFPC, NO BRASIL	23
TABELA 2 - RELAÇÃO DAS 10 MAIORES EFPC POR TIPO DE PATROCÍNIO, SEGUNDO OS SEUS ATIVOS, NO BRASIL	23
TABELA 3 - DADOS DAS EFPC RELACIONADAS ÀS SECCIONAIS ESTADUAIS DA OAB, CITADOS NA TABELA 2	27
TABELA 4 - PONDERAÇÃO DOS RISCOS DOS TÍTULOS SOBERANOS	36
TABELA 5 - FREQUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NOS ESTUDOS LEVANTADOS.....	75
TABELA 6 - MAIORES CORRELAÇÕES ENTRE AS 36 VARIÁVEIS	85
TABELA 7 - AUTOVALORES DAS 36 VARIÁVEIS	86
TABELA 8 - VARIÁVEIS DESCARTADAS.....	87
TABELA 9 - AUTOVALORES DAS 19 VARIÁVEIS	88
TABELA 10 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES SEM ROTAÇÃO....	89
TABELA 11 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX.....	90
TABELA 12 - MATRIZ DOS ESCORES FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX	91
TABELA 13 - RANQUEAMENTO DO G20 COM SETE FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX.....	91
TABELA 14 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES UM A SETE SEM ROTAÇÃO.....	92
TABELA 15 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES OITO E NOVE SEM ROTAÇÃO	93
TABELA 16 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES UM A SETE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX	94
TABELA 17 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES OITO E NOVE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX	94
TABELA 18 - MATRIZ DOS ESCORES DOS FATORES UM A SETE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX.....	95
TABELA 19 - MATRIZ DOS ESCORES DOS FATORES OITO E NOVE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX.....	96
TABELA 20 - RANQUEAMENTO DO G20 COM NOVE FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX.....	96
TABELA 21 - NÍVEL DOS <i>RATINGS</i> ATRIBUÍDOS E POSTO DOS PAÍSES NAS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO	99
TABELA 22 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE POSTOS DE SPEARMAN DOS POSTO DOS PAÍSES NAS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO E DOS MÉTODOS PROPOSTOS.....	100
TABELA 23 - DADOS COLETADOS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA E ARÁBIA SAUDITA.....	121
TABELA 24 - DADOS COLETADOS DE ARGENTINA, AUSTRÁLIA E BRASIL	122
TABELA 25 - DADOS COLETADOS DE CANADÁ, CHINA E COREIA DO SUL ...	123
TABELA 26 - DADOS COLETADOS DE ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA.....	124

TABELA 27 - DADOS COLETADOS DE INDONÉSIA, ITÁLIA E JAPÃO	125
TABELA 28 - DADOS COLETADOS DE MÉXICO, REINO UNIDO E RÚSSIA	126
TABELA 29 - DADOS COLETADOS DE TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA	127
TABELA 30 - VARIÁVEIS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA, ARÁBIA SAUDITA E ARGENTINA	128
TABELA 31 - VARIÁVEIS DE AUSTRÁLIA, BRASIL, CANADÁ E CHINA.....	129
TABELA 32 - VARIÁVEIS DE COREIA DO SUL, ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA	130
TABELA 33 - VARIÁVEIS DE INDONÉSIA, ITÁLIA, JAPÃO E MÉXICO.....	131
TABELA 34 - VARIÁVEIS DE REINO UNIDO, RÚSSIA, TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA.....	132
TABELA 35 - DADOS UTILIZADOS PARA EXEMPLIFICAR OS MÉTODOS HIERÁRQUICOS AGLOMERATIVOS.....	138
TABELA 36 - CENTROIDES DAS VARIÁVEIS DOS AGRUPAMENTOS DA PRIMEIRA ITERAÇÃO.....	146
TABELA 37 - CENTROIDES DAS VARIÁVEIS DOS AGRUPAMENTOS DA SEGUNDA ITERAÇÃO	146
TABELA 38 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS E SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS DOS AGRUPAMENTOS DA PRIMEIRA ITERAÇÃO	148
TABELA 39 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS E SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS DOS AGRUPAMENTOS DA SEGUNDA ITERAÇÃO.....	149
TABELA 40 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS E SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS DOS AGRUPAMENTOS DA TERCEIRA ITERAÇÃO	149
TABELA 41 - PRIMEIRA PARTE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS	151
TABELA 42 - SEGUNDA PARTE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS	153

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PROBLEMÁTICA DE PESQUISA.....	16
1.2	OBJETIVO GERAL.....	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4	JUSTIFICATIVA.....	18
1.5	ESTRUTURAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	GESTÃO DE INVESTIMENTOS.....	21
2.1.1	Fundos de Investimento.....	22
2.1.2	Entidade Fechada de Previdência Complementar.....	22
2.1.2.1	Política de Investimentos.....	27
2.1.3	Fundos-Abutre.....	30
2.2	RISCO SOBERANO.....	30
2.2.1	Classificação de Risco.....	32
2.2.1.1	A Influência do Acordo de Basileia sobre os <i>Ratings</i>	34
2.2.2	Agências de Classificação de Risco.....	36
2.3	VARIÁVEIS.....	41
2.4	CORRELAÇÃO.....	45
2.4.1	Coeficiente de Correlação de Pearson.....	45
2.4.2	Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman.....	46
2.5	ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS.....	47
2.5.1	Análise de Componentes Principais.....	47
2.5.1.1	Autovalores.....	50
2.5.1.2	Estimação dos Componentes Principais por meio das Variáveis Padronizadas.....	50
2.5.1.3	Eliminação de Variáveis.....	51
2.5.2	Análise Fatorial Exploratória.....	52
2.5.2.1	Modelo Fatorial Ortogonal.....	53
2.5.2.2	Estimação dos Parâmetros da Análise Fatorial – Método dos Componentes Principais.....	55
2.5.2.3	Número de Fatores Finais.....	56
2.5.2.3.1	Critério da Raiz Latente.....	57
2.5.2.3.2	Critério <i>a Priori</i>	57
2.5.2.3.3	Critério de Percentagem da Variância.....	58
2.5.2.3.4	Critério do Teste Scree.....	58
2.5.2.4	Rotação Fatorial.....	59
2.5.2.4.1	Método Quartimax.....	59
2.5.2.4.2	Método Varimax.....	59
2.5.2.4.3	Método Equimax.....	61
2.5.2.5	Escores Fatoriais.....	61
2.5.2.5.1	Escore Bruto.....	62
2.5.2.5.2	Escore Padronizado.....	63
2.5.3	Análise de Agrupamentos.....	64
2.5.3.1	Medidas de Similaridade.....	64
2.5.3.1.1	Distância Euclidiana.....	64
2.5.3.1.2	Distância de Manhattan (<i>city-block</i>).....	64

2.5.3.1.3	Distância de Chebyshev	65
2.5.3.1.4	Distância de Mahalanobis	65
2.5.3.2	Procedimentos de Partição	65
2.5.3.2.1	Procedimentos Hierárquicos Aglomerativos	66
2.5.3.2.2	Procedimentos Não Hierárquicos	71
3	MATERIAIS E MÉTODOS	73
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	73
3.2	CAMPO DA PESQUISA	74
3.3	COLETA DOS DADOS	75
3.4	SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	81
3.4.1	Arranjo dos Dados	82
3.4.2	Metodologia Estatística Aplicada	82
3.4.2.1	Análise de Componentes Principais	82
3.4.2.2	Análise Fatorial Exploratória	83
3.4.2.3	Agrupamento	83
3.4.3	Comparação dos Resultados	84
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	85
4.1	DADOS COLETADOS, VARIÁVEIS E MATRIZ DE CORRELAÇÃO	85
4.2	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	86
4.3	ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA	89
4.3.1	Critério da Raiz Latente	89
4.3.2	Critério de Percentagem da Variância	92
4.4	ANÁLISE DE AGRUPAMENTO	97
4.5	COMPARAÇÕES COM AS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS	98
4.6	DISCUSSÕES	101
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
	REFERÊNCIAS	106
	APÊNDICES	120

1 INTRODUÇÃO

Os *ratings* soberanos são graus de avaliação, atribuídos por agências de classificação de risco aos países, em relação à situação econômica do país e a sua propensão em não saldar suas dívidas e, então, entrar em *default* (moratória completa). Esta classificação é relevante, pois determinados fundos de investimento podem realizar aportes de investimento num país, deixar de fazê-los ou, ainda, realizar saques dos aportes existentes dependendo dos *ratings* atribuídos pelas agências. Como consequência, podem ser listados o impacto no fluxo e na taxa cambial, as taxas pagas pelos títulos públicos, o crescimento do PIB, entre outros reflexos – e, por conseguinte, toda a economia de um país fica sujeita a dificuldades, o que pode acarretar, entre outros problemas, a diminuição da produção geral do país e o desemprego.

As três principais agências que operam tal atividade são a Moody's, a Standard & Poor's (S&P) e a Fitch Ratings (Fitch). Estas agências, cada qual com a sua nomenclatura singular, classificam os países em 21, 23 e 24 índices, respectivamente, agrupando-os em dois distintos graus: o primeiro é o Grau de Investimento, com quatro subgrupos, e o segundo é o Grau Especulativo, com seis subgrupos. Esta informação pode ser mais bem compreendida por meio do QUADRO 1.

As agências utilizam vários critérios para determinar a classificação do risco soberano de um país; a S&P, em especial, utiliza os seguintes critérios para avaliação dos *ratings* soberanos: risco político, estrutura econômica, perspectivas de crescimento econômico, flexibilidade fiscal, carga da dívida do governo geral, passivos contingenciais e no exterior (*off-shore*), flexibilidade monetária, liquidez externa e carga do endividamento externo (STANDARD & POOR'S (S&P), 2012b).

Apesar da crise econômica internacional de 2008, somente a partir de 2010 as agências de classificação de *ratings* passaram a rebaixar as classificações dos países da zona do euro e, no segundo semestre de 2011, a Standard & Poor's rebaixou a classificação dos Estados Unidos (APPELBAUM; DASH, 2011).

Partnoy (1999, p. 621) critica as agências de classificação de risco pelo fato de suas classificações terem perdido valor de informação, principalmente a partir da metade da década de 1970, e por serem reativas ao invés de proativas aos fatos, ou

seja, a acurácia de suas classificações se mantém, não devido ao poder de previsão dos fatos, mas por conta de meras correções reacionárias.

Grau	Qualidade de Crédito	Agências Classificadoras de Risco			Nível
		Standard & Poor's	Moody's	Fitch	
Investimento	Qualidade Superior de Crédito	AAA	Aaa	AAA	1
	Alta Qualidade de Crédito	AA+	Aa1	AA+	2
		AA	Aa2	AA	3
		AA-	Aa3	AA-	4
	Boa Capacidade de Pagamento	A+	A1	A+	5
		A	A2	A	6
		A-	A3	A-	7
	Capacidade de Pagamento Adequada	BBB+	Baa1	BBB+	8
		BBB	Baa2	BBB	9
		BBB-	Baa3	BBB-	10
Especulativo	Possibilidade de Pagamento	BB+	Ba1	BB+	11
		BB	Ba2	BB	12
		BB-	Ba3	BB-	13
	Risco Muito Elevado de Crédito	B+	B1	B+	14
		B	B2	B	15
		B-	B3	B-	16
		CCC+	Caa1	CCC+	17
		CCC	Caa2	CCC	18
		CCC-	Caa3	CCC-	19
		CC	-	CC	20
		C	-	C	21
		SD	Ca	DDD	22
		D	C	DD	23
		-	-	D	24

QUADRO 1 - NOMENCLATURA DAS TRÊS PRINCIPAIS AGÊNCIAS DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO

FONTE: STANDARD & POOR'S (2012b), MOODY'S (2012a) E FITCH RATINGS (2012a).

Na mesma linha de raciocínio, Bone (2006, p. 46) cita em seu estudo que os *ratings* das agências de classificação não são informativos, uma vez que não preveem as crises e, pior, agravam as já existentes.

Tichy (2011, p. 235) elenca a falta de transparência das agências de classificação de riscos como a principal crítica a estas entidades, que não divulgam nitidamente seus critérios de avaliação, nem os métodos aplicados.

A globalização facilitou as oportunidades para pessoas e instituições investirem seu capital em, praticamente, qualquer país dos cinco continentes, instigando uma nova problemática, pois, além de decidirem em quais modais realizar o investimento, devem se preocupar com o destino do mesmo.

Se, por um lado, há investidores aportando dinheiro, buscando segurança no retorno financeiro associado a taxas melhores do que em outras opções – e. g., poupança, CDB e mercado de ações –, por outro, existem países tomando

empréstimos para diversos fins – e. g., implantação ou ampliação de infraestrutura, melhoria da saúde e da educação pública. Por mais que o Estado arrecade por meio de impostos, taxas e contribuições, tal endividamento se faz necessário para conservar a saúde de sua economia.

Na obra *Dívida pública: a experiência brasileira*, o endividamento público é destacado por especialistas devido ao importante papel que exerce para garantir níveis equilibrados de investimento e prestação de serviços à sociedade, pois as receitas e despesas de um governo passam por ciclos; caso não houvesse o crédito público, o déficit público teria de ser absorvido por aumento nos impostos ou por corte nos gastos, penalizando o cidadão em ambos os casos. Deve-se ressaltar ainda que, assim como o bom uso do crédito facilita o alcance da casa própria ao cidadão, o bom uso do endividamento público permite ampliar o bem-estar da sociedade e o bom funcionamento da economia (DÍVIDA pública: a experiência brasileira, 2009, p. 17-18).

1.1 PROBLEMÁTICA DE PESQUISA

Este trabalho tem como objetivo aplicar uma metodologia estatística de ranqueamento e agrupamento de um determinado rol de países, em alternativa às metodologias utilizadas pelas agências classificadoras de riscos, com a finalidade de averiguar se tais agências estariam incorrendo em conservadorismo e desconsiderando indicadores capazes de contradizer as atuais classificações, subestimando ou superestimando os *ratings* dos riscos soberanos dos países.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) (2012), existem 192 estados independentes ao redor do planeta, porém, o Grupo dos 20 (G20) (2012) destaca que 90% do Produto Interno Bruto (PIB)¹ mundial, 64% da população mundial e 80% das transações financeiras internacionais estão concentrados nos

¹ Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2012), órgão responsável pela mensuração do PIB brasileiro, é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos num país durante um período determinado, considerando os grupos Agropecuária (Agricultura, Extrativa Vegetal e Pecuária), Indústria (Extrativa Mineral, Transformação, Serviços Industriais de Utilidade Pública e Construção Civil) e Serviços (Comércio, Transporte, Comunicação, Serviços da Administração Pública e outros serviços).

países-membros do G20, o qual, por sua vez, é formado pelos dezenove países com as maiores economias do mundo e pela União Europeia (ver 3.2).

Devido à importância do G20 na economia mundial, este estudo será limitado aos países que o compõem, baseando-se em seus mais recentes dados fiscais, sociais, econômicos e políticos, disponibilizados até outubro de 2012.

Por fim, será analisado, mais especificamente, se em 2013 o Brasil terá capacidade de saldar seus endividamentos de longo prazo tanto quanto os países considerados mais confiáveis pelas agências classificadoras de risco, tais como Canadá, Suíça, Austrália e Alemanha.

1.2 OBJETIVO GERAL

Aplicar a metodologia estatística multivariada aos índices, indicadores e/ou dados fiscais, econômicos, sociais e políticos mais recentes dos países-membros do G20, disponibilizados até outubro de 2012, visando identificar quais países possuem riscos similares de investimento.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Coletar os índices, indicadores e/ou dados fiscais, econômicos, sociais e políticos dos países-membros do G20.

Analisar índices, indicadores e/ou dados fiscais, econômicos, sociais e políticos dos países-membros do G20, com base na metodologia estatística multivariada.

Ranquear os países-membros do G20, com forte base científica e sem influência de fatores subjetivos.

Agrupar os países-membros do G20, por meio dos dados coletados.

Confrontar, com base na metodologia estatística multivariada, o conceito da classificação do Brasil em relação às classificações das agências classificadoras de riscos.

1.4 JUSTIFICATIVA

A gestão dos investimentos das instituições financeiras, em especial a das Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) – mais conhecidas como Fundos de Pensão, diferentemente dos Fundos-Abutre (vide seção 2.1.3) –, possui políticas de investimento, de acordo com Festa (2005, p. 97), definidas e norteadas de maneira sólida e segura, dentro dos princípios do conservadorismo e da prudência.

Estas políticas somente permitem aportes em investimentos considerados de baixo risco, nas proporções delimitadas pela política de investimentos. Este conceito de baixo risco é definido na política de investimentos de cada EFPC, baseado nos *ratings* atribuídos pelas agências classificadoras de risco. Anabbprev² (2012) e Cargillprev³ (2012) apontam como baixo risco às suas EFPC os investimentos classificados, pelo menos, no nível 7 do QUADRO 1.

Já o fundo University of North Florida⁴, em sua política de fundos de 2012, considera como baixo risco somente os investimentos do nível 6 do QUADRO 1, explicitando que, caso um investimento seja rebaixado deste nível, será vendido na mais breve oportunidade (UNIVERSITY OF NORTH FLORIDA, 2012).

Um pouco menos conservador, o Instituto de Previdência Social dos Servidores Públicos Municipais de Santos (IPREVSANTOS)⁵, em sua política de fundos de 2012, considera como baixo risco os investimentos classificados, pelo menos, no nível 10 do QUADRO 1 (IPREVSANTOS, 2012).

A Engenharia Econômica, uma das grandes áreas de pesquisa da Engenharia de Produção, é voltada para a gestão econômica: custos, investimentos e riscos de instituições públicas e privadas.

² Fundo de pensão dos filiados à Associação Nacional dos Funcionários do Banco do Brasil.

³ Fundo de pensão constituído em 1988 pela Cargill Agrícola para atender aos seus funcionários.

⁴ Fundo que administra os recursos públicos da University of North Florida.

⁵ O IPREVSANTOS administra o regime próprio de previdência social dos servidores públicos do município de Santos.

Abordando mais especificamente a gestão de riscos, uma ampla e adequada gerência requer que se conheça tais riscos e suas fontes, além da elaboração construtiva de uma crítica em suas bases.

Nas instituições financeiras, em especial as que administram as EFPC e/ou investimentos, os investimentos financeiros são o principal – quando não o único – negócio dessas empresas. De acordo com Assaf Neto e Lima (2009), “juro é o valor pago pelo empréstimo de um capital”, *i. e.*, dinheiro pago em decorrência do empréstimo de dinheiro. Portanto, os investimentos financeiros podem ser considerados como os projetos e negócios das instituições financeiras, uma vez que estas aportarão dinheiro, ou seja, emprestarão dinheiro, configurando-se em investimentos que devem acarretar retorno financeiro positivo para a instituição. Com isto, ingressa-se numa segunda área de pesquisa da Engenharia de Produção: a Engenharia Organizacional, que, entre outras situações, aborda a gestão de projetos.

Pesquisas a respeito das classificações de risco soberano são amplamente estudadas com foco econômico. Exemplos disso são as dissertações de Diniz (2011), Scarabel (2010), Tavares (2006), Machado (2005), Markoski (2004) e Souza (2001), e ainda os artigos de Almeida (2011), Frascaroli, Silva e Silva Filho (2006), Canuto e Santos (2003), Bathia (2002) e Cantor e Parker (1996). O presente estudo, além de aplicar técnicas multivariadas de dados, visualiza o tópico no aspecto da engenharia econômica, propondo alternativas aos investidores que seguem as premissas das agências de classificação de risco, a fim de que possam rever seus conceitos de baixo risco, uma vez que S&P (2011) admite que o *rating* de um país pode sofrer “ajustes excepcionais” após sua composição baseada nas variáveis analisadas e Moody’s (2008, p. 2) adverte que “fatores adicionais”, não observados durante a análise, podem ser ponderados para a formação do *rating* final de um país. Revendo estes conceitos de baixo risco, as EFPC poderiam, considerando-se resultados de uma metodologia com forte base científica e sem influência de fatores subjetivos, realizar investimentos com maior retorno de capital e com risco similar aos investimentos já assumidos, aperfeiçoando, assim, os modelos de programação matemática, correlatos à área de Pesquisa Operacional, a fim de maximizar o lucro auferido com mínimos riscos.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DOS CAPÍTULOS

O texto do capítulo 2 desta Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção resgata os tópicos relativos às áreas de Investimentos e Análise Multivariada de Dados, bem como apresenta as principais variáveis utilizadas nos trabalhos relacionados ao tema da presente dissertação.

O capítulo 3 explora, além da natureza relacionada a esta dissertação, onde e como os dados foram coletados, tratando de elucidar a metodologia estatística aplicada para analisá-los.

O capítulo 4 é reservado para apresentar e discutir os resultados obtidos pelas análises realizadas.

O capítulo 5, por fim, destina-se à conclusão das análises apresentadas no capítulo anterior.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os tópicos teóricos que sustentarão o processo de pesquisa deste trabalho. A primeira subseção dedica-se à descrição da Gestão de Investimentos e à apresentação das principais Entidades Fechadas de Previdência Complementar. A subseção seguinte explora, além do conceito de risco soberano, a história, a metodologia e as críticas feitas às principais agências classificadoras de risco. Como terceiro tópico, são analisados os estudos que abordaram os *ratings* soberanos e, principalmente, a relação e as justificativas das variáveis por eles empregadas. O quarto item ingressa no campo da estatística, referenciando dois métodos distintos de correlação entre variáveis. A última subseção aprofunda a análise estatística multivariada de dados, abarcando, mais especificamente, a Análise de Componentes Principais, a Análise Fatorial Exploratória e a Análise de Agrupamentos.

2.1 GESTÃO DE INVESTIMENTOS

O desafio da engenharia econômica consiste em definir, tão precisamente quanto possível, alternativas de investimentos e prever suas consequências, reduzidas a termos monetários, elegendo um instante de referência temporal e considerando o valor do dinheiro no tempo (MOTTA; CALÔBA, 2006, p. 23).

Um mesmo objetivo pode ser atingido de várias maneiras. No mundo competitivo, globalizado e com recursos econômicos escassos, as possibilidades de alocação desses recursos ou as demandas pelo capital podem ser infinitas. Os investidores, empresas e agências governamentais, que precisam tomar decisões sobre tal escassez, devem selecionar apenas algumas opções, em detrimento de outras, da maneira mais econômica ou ainda, para um mesmo nível de risco, o investidor ou a empresa com maior rentabilidade (MOTTA; CALÔBA, 2006, p. 23).

Motta e Calôba (2006, p. 347) utilizam o ramo petrolífero para exemplificar tal diversificação de riscos, ilustrando que a participação em vários blocos

produtores reduz as incertezas e aumenta as chances de sucesso em pelo menos um dos diversos investimentos.

Além disto, o equilíbrio entre o retorno e o risco da operação é ponderado por meio da conceituação da fronteira eficiente.

Tal conceito remete-nos à ideia de que, dados n investimentos, a otimização da relação risco x retorno, ou seja, os pontos que, a um dado nível de risco, o retorno é máximo, ou, a um dado nível de retorno, o risco é mínimo, constituem uma região de forma bem delimitada, chamada fronteira da eficiência (MOTTA; CALÔBA, 2006, p. 348).

Em seguida, serão explanados os limites, definições e políticas dos fundos de investimento, das EFPC e dos fundos-abutre.

2.1.1 Fundos de Investimento

Fortuna (2005, p. 298) revela que o segredo dos fundos de investimento é a ideia do condomínio, ou seja, embora os investidores tenham o direito de resgatar suas cotas a qualquer momento, todos não o realizarão concomitantemente, *i. e.*, sempre haverá uma soma significativa disponível para ser aplicada em títulos mais rentáveis.

Os fundos de investimento possuem duas interpretações:

1) registro contábil dos valores destinados à cobertura de riscos com os investimentos dos Fundos de Pensão; e 2) comunhão de recursos, constituída sob a forma de condomínio, destinada à aplicação em títulos e valores mobiliários, em quaisquer outros ativos disponíveis no mercado financeiro e de capitais, ou mesmo em imóveis, direitos creditórios etc. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR (ABRAPP), 2005, p. 21).

2.1.2 Entidade Fechada de Previdência Complementar

A Entidade Fechada de Previdência Complementar pode ser definida como

a operadora do(s) plano(s) de benefícios, constituída na forma de sociedade civil ou a fundação, estruturada na forma do art. 35 Lei Complementar nº 109/01, sem fins lucrativos, que tenha por objeto operar plano de benefício de caráter previdenciário. Assim, EFPC é a instituição criada para o fim exclusivo de administrar planos de benefícios de natureza previdenciária, patrocinados e/ou instituídos (BRASIL, 2012a).

A Lei Complementar nº 109/2011 ainda explica que as entidades fechadas são acessíveis exclusivamente aos empregados de uma empresa ou grupo de empresas e aos servidores públicos – entes denominados “patrocinadores” –, e ainda aos associados ou membros de pessoas jurídicas de caráter profissional, classista ou setorial, denominadas “instituidores” (BRASIL, 2001).

A Superintendência Nacional de Previdência Complementar (PREVIC) divulgou, em setembro de 2012, informações cadastrais e contábeis das EFPC. Entre elas, está a quantidade de planos assistenciais e previdenciais ativos das EFPC, sendo que o primeiro caso abrange os planos Assistencial Financeiro e Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). Esta informação pode ser visualizada na TABELA 1 (BRASIL, 2012b).

TABELA 1 - QUANTIDADE DE PLANOS ASSISTENCIAIS E PREVIDENCIAIS ATIVOS DAS EFPC, NO BRASIL

TIPO DE PLANO	ASSISTENCIAL	PREVIDENCIAL	TOTAL
INSTITUÍDO	0	56	56
PATROCINADO	37	1.034	1.071
Total	37	1.090	1.127

FONTE: BRASIL (2012b, p. 17).

Outra informação disponibilizada pela PREVIC é a relação das dez maiores EFPC, considerando os valores em ativos, por tipo de patrocínio predominante, que figura na TABELA 2 (BRASIL, 2012b).

TABELA 2 - RELAÇÃO DAS 10 MAIORES EFPC POR TIPO DE PATROCÍNIO, SEGUNDO OS SEUS ATIVOS, NO BRASIL

PATROCÍNIO PREDOMINANTE	POSIÇÃO	EFPC	ATIVOS (R\$ mi)
Público	1	PREVI/BB	162.393
	2	PETROS	72.073
	3	FUNCEF	51.268
	4	REAL GRANDEZA	11.741
	5	FORLUZ	11.430
	6	FAPES	9.228
	7	CENTRUS	8.514
	8	POSTALIS	7.728
	9	FUNDAÇÃO COPEL	6.509
	10	FACHESF	5.881
Subtotal 10 Maiores EFPC Públicos			346.766
Total EFPC Públicos			421.202
Privado	1	FUNCESP	22.154
	2	VALIA	16.146
	3	ITAÚ UNIBANCO	14.895
	4	SISTEL	14.575
	5	BANESPREV	11.194

continua

TABELA 2 - RELAÇÃO DAS 10 MAIORES EFPC POR TIPO DE PATROCÍNIO, SEGUNDO OS SEUS ATIVOS, NO BRASIL

			conclusão
PATROCÍNIO PREDOMINANTE	POSIÇÃO	EFPC	ATIVOS (R\$ mi)
	6	FUNDAÇÃO ATLÂNTICO	9.296
	7	PREVIDÊNCIA USIMINAS	7.264
	8	TELOS	5.471
	9	HSBC	5.418
	10	VISÃO PREV	5.189
Subtotal 10 Maiores EFPC Privados			111.601
Total EFPC Privados			226.332
Instituidor	1	QUANTA	433
	2	HSBCINSTITUIDOR	349
	3	OABPREV-SP	206
	4	OABPREV-RJ	101
	5	OABPREV-PR	80
	6	OABPREV-SC	62
	7	OABPREV-MG	56
	8	MÚTUOPREV	54
	9	JUSPREV	47
	10	OABPREV-GO	34
Subtotal 10 Maiores EFPC Instituidores			1.421
Total EFPC Instituidores			1.509

FONTE: BRASIL (2012b, p. 8) (Adaptado).

Criada em 1904, a PREVI – Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil é uma entidade fechada de previdência privada e seus mais de 193,6 mil participantes são funcionários do Banco do Brasil ou do quadro próprio da PREVI (PREVI, 2013).

A Petros, fundada em julho de 1970, apesar de contar com a Petrobras como maior patrocinadora, por ser um fundo de pensão multipatrocinado, também administra planos de previdência para outras empresas, tais quais Petroquisa, Petrobras Distribuidora (BR) e Braspetro, totalizando mais de 150,7 mil participantes (PORTAL PETROS, 2013).

A FUNCEF – Fundação dos Economiários Federais administra o plano de previdência complementar dos empregados da Caixa Econômica Federal e possui aproximadamente 115 mil participantes (FUNCEF, 2013).

A REAL GRANDEZA, fundo de pensão que assiste 12,7 mil funcionários de FURNAS Centrais Elétricas S.A., Eletrobras Termonuclear S.A. ou do quadro próprio, iniciou suas atividades em janeiro de 1972 (FUNDAÇÃO REAL GRANDEZA, 2013).

Fundada em dezembro de 1971, a Fundação Forluminas de Seguridade Social – FORLUZ administra o fundo de pensão de 21 mil participantes, funcionários da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e de suas subsidiárias: Cemig

Distribuição, Cemig Geração/Transmissão, Gasmig, Cemig Telecom, Rosal Energia, Sá Carvalho, Cemig Saúde e Taesa (FORLUZ, 2013).

A Fundação de Assistência e Previdência Social do BNDES – FAPES, instituída em 1975, tem como finalidade básica administrar e executar planos de natureza previdencial de 4,8 mil assistidos, funcionários do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES (FAPES, 2013).

Instituída em 1980, a Fundação Banco Central de Previdência Privada – Centrus é uma EFPC, com cerca de 1,7 mil assistidos, acessível aos funcionários do Banco Central e aos empregados do seu próprio quadro (CENTRUS, 2013).

O Instituto de Seguridade Social dos Correios e Telégrafos – POSTALIS, criado em fevereiro de 1981, é o fundo de pensão destinado aos funcionários da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT) (POSTALIS, 2013).

A Fundação Copel, criada em outubro de 1971, presta serviços para mais de 40 mil participantes, funcionários da Companhia Paranaense de Energia – Copel, do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), da Escoelectric, da Tradener, da Companhia Paranaense de Gás (COMPAGÁS) e do quadro próprio (FUNDAÇÃO COPEL, 2013).

A Fundação Chesf (FACHESF), criada em abril de 1972 por sua patrocinadora – a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) –, administra planos de previdência para mais de 50 mil assistidos, empregados e aposentados da Chesf e da Fachesf (FACHESF, 2013).

A Fundação CESP – FUNCESP, criada em 1969 com o objetivo de atender aos funcionários das Centrais Elétricas de São Paulo, tem mais 108,5 mil participantes de previdência (FUNDAÇÃO CESP, 2013).

A Fundação Vale do Rio Doce de Seguridade Social (VALIA), criada em setembro de 1973 pela antiga Companhia Vale do Rio Doce e atual Vale S.A., conta com 50 patrocinadores e mais de 107 mil participantes (VALIA, 2013).

Constituída pelo Banco Itaú Holding Financeira em 1960, a Fundação Itaú Unibanco foi autorizada, pelo Ministério da Previdência e Assistência Social, a funcionar em 1979. Com a fusão entre os bancos Itaú e União dos Bancos Brasileiros S/A – UNIBANCO, em novembro de 2008, passou a denominar-se Fundação Itaú Unibanco, a qual representa aproximadamente 53,5 mil participantes (FUNDAÇÃO ITAÚ UNIBANCO, 2013).

A Fundação Sistel de Seguridade Social (SISTEL) foi criada em 1977 e, ao final de 2011, contava com mais de 26,1 mil participantes. Entre os patrocinadores da SISTEL, encontram-se: TIM Brasil Serviços e Participações S.A., Oi S.A., Amazônia Celular, Telecomunicações Brasileiras S.A. – Telebras, Brasil Telecom, Telefônica, Fundação CPqD, Telemar, Instituto Atlântico, Telemig Celular, PADTEC e Vivo Participações (SISTEL, 2013).

O Fundo Banespa de Seguridade Social (BANESPREV) foi constituído em fevereiro de 1987, com a finalidade de atender aos funcionários do Conglomerado Banco do Estado de São Paulo S.A. (BANESPA) e da Caixa Beneficente dos Funcionários do Banespa (CABESP). Em novembro de 2000, o Banco Santander Brasil S.A. incorporou o BANESPA e tornou-se patrocinador deste fundo em conjunto com Santander S.A. – Corretora de Câmbio e Títulos, CABESP, BANESPREV, ISBAN Brasil S.A., PRODUBAN Serviços de Informática S.A. (BANESPREV, 2013).

A Fundação Atlântico, instituída em 2004, conta com cerca de 29 mil participantes e, atualmente, é responsável pela administração dos planos de benefícios PBS-Telemar, TelemarPrev e, com a aquisição da Brasil Telecom pela Oi S.A., assumiu a gestão dos planos BrTPREV e TCSPREV (FUNDAÇÃO ATLÂNTICO, 2013).

A Previdência Usiminas, que contabiliza aproximadamente 47,3 mil participantes, é constituída pela Caixa dos Empregados da Usiminas – CAIXA, instituída em agosto de 1972 pela Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A – USIMINAS, que em março de 2012 incorporou a Fundação Cosipa de Seguridade Social – FEMCO, por sua vez instituída em agosto de 1975 pela Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA (PREVIDÊNCIA USIMINAS, 2013).

A Fundação Embratel de Seguridade Social – TELOS, fundada em agosto de 1975, teve na época índice de 98% de adesão dos funcionários da Embratel; administra os ativos financeiros e o patrimônio de mais de 30 mil participantes (FUNDAÇÃO TELOS, 2013).

O HSBC Fundo de Pensão é constituído por 206 empresas patrocinadoras e quase 88,1 mil participantes. Aprovado em dezembro de 1979, foi a primeira EFPC independente sem fins lucrativos lançada no Brasil (HSBC FUNDO DE PENSÃO, 2013).

A Visão Prev foi criada em dezembro de 2004 com o intuito de gerir os planos de previdência das empresas do Grupo Telefonica. Essa entidade conta com cerca de 22 mil participantes e administra 20 planos previdenciários (VISÃO PREV, 2013).

Em novembro de 2004, foi constituída a QUANTA PREVIDÊNCIA UNICRED, nascida dentro da corrente associativista do cooperativismo de crédito, junto ao SISTEMA UNICRED. Conta com 11 instituidores e, aproximadamente, 19,6 mil participantes (QUANTA, 2013).

A Previdência Associativa do Ministério Público, da Justiça Brasileira e dos Auditores Fiscais da Receita Federal do Brasil – JUSPREV foi lançada em dezembro de 2007 e abrange cerca de 2,3 mil participantes (JUSPREV, 2013).

O MÚTUOPREV, fundo criado em setembro de 2010, atende aos associados da Associação de Defesa dos Direitos Previdenciários dos Banespianos (funcionários ou dirigentes do BANESPA) e possui em torno de 18 mil participantes (MÚTUOPREV, 2013).

A Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), por meio de suas seccionais estaduais, oferta à classe dos advogados o benefício da previdência complementar – exceto a OABPREV-MG, que o estende aos estados de Acre, Amapá, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Rondônia e Roraima, além do próprio estado de Minas Gerais e do Distrito Federal (OABPREV, 2013).

Na TABELA 3, encontram-se as informações da quantidade de participantes e a data de fundação das EFPC dos instituidores, relacionados à classe dos advogados, citados anteriormente na TABELA 2.

TABELA 3 - DADOS DAS EFPC RELACIONADAS ÀS SECCIONAIS ESTADUAIS DA OAB, CITADAS NA TABELA 2

EFPC	FUNDAÇÃO	QUANTIDADE DE PARTICIPANTES
OABPREV-SP	2006	25.819
OABPREV-PR	outubro/2006	7.614
OABPREV-MG	novembro/2004	6.358
OABPREV-SC	2004	4.559
OABPREV-RJ	2006	3.815
OABPREV-GO	maio/2006	2.163

FONTE: OABPREV-SP (2013), OABPREV-PR (2013), OABPREV (2013), OABPREV-SC (2013), OABPREV-RJ (2013), OAB PREVGO (2013), BRASIL (2010, p. 20).

2.1.2.1 Política de Investimentos

A Resolução nº 3.792 de 24 de setembro de 2009 do Banco Central do Brasil, em seu art. 30, delimita que as Entidades Fechadas de Previdência Complementar apliquem os recursos garantidores em investimentos com riscos analisados.

Art. 30. A aquisição de títulos e valores mobiliários classificados nos segmentos de renda fixa e de renda variável deve ser precedida de análise de riscos.

§ 1º A análise de crédito deve considerar a opinião atualizada expedida por agência classificadora de risco em funcionamento no País ou ser aprovada por comitê de investimento da EFPC (BRASIL, 2009).

De acordo com a Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil (PREVI) (2012), a política de investimentos é definida como um conjunto de diretrizes e medidas que orientam a gestão de longo prazo dos ativos do fundo. Sua filosofia de investimento e planejamento tem como alicerce o equilíbrio e a perenidade dos planos de benefícios, minimizando o risco de desequilíbrio a partir de uma composição de ativos que maximize o retorno, atendendo, assim, à missão do Fundo de Pensão. Sendo esta missão, juntamente com a delimitação de tolerância ao risco, os objetivos de investimento, a política de composição de ativos, a estrutura de gestão de investimentos e a avaliação de desempenho são os principais componentes da política de investimentos.

Brasil (2009), por meio da Resolução nº 3.792 do Conselho Monetário Nacional (CMN), a qual dispõe sobre as diretrizes de aplicação dos recursos administrados pelas EFPC, determina os segmentos de aplicação dos recursos das EFPC, através do art. 17º, entre seis principais classes: renda fixa, renda variável, investimento estruturado, investimento no exterior, imóveis e operações com participantes; além disto, o CMN ainda impõe às EFPC limites de alocação e concentração de seus investimentos, descritos no Capítulo VII da referida resolução e compilados no QUADRO 2.

SEGMENTO	LIMITES DE ALOCAÇÃO	LIMITES DE ALOCAÇÃO POR EMISSOR	LIMITES DE CONCENTRAÇÃO POR EMISSOR	LIMITES DE CONCENTRAÇÃO O POR INVESTIMENTO
Renda Fixa	Até 100%: Títulos Federais; Até 20%: Títulos de Exportação, Rurais, Bancários ou Imobiliários. Até 80%: Outros.	Até 100%: Tesouro Nacional; Até 20%: Instituição financeira	Até 25%, sendo: I – do capital total de uma mesma companhia aberta ou de uma mesma SPE; II – do capital votante	Até 25%, sendo: I – uma mesma série de títulos ou valores mobiliários;

continua

QUADRO 2 - COMPILAÇÃO DOS LIMITES ESTABELECIDOS ÀS EFPC PELA RESOLUÇÃO Nº 3.792 DO CMN

SEGMENTO	LIMITES DE ALOCAÇÃO	LIMITES DE ALOCAÇÃO POR EMISSOR	LIMITES DE CONCENTRAÇÃO POR EMISSOR	LIMITES DE CONCENTRAÇÃO POR INVESTIMENTO
Renda Variável	Até 70%: Ações do Novo Mercado da BM&FBovespa; Até 60%: Ações do Novo Mercado/Nível 2 da BM&FBovespa; Até 50%: Ações do Novo Mercado: Bovespa Mais da BM&FBovespa; Até 45%: Ações do Novo Mercado/Nível 1 da BM&FBovespa; Até 35%: Fora do Novo Mercado; Até 20%: Sociedades de Propósito Específico (SPE); Até 3%: Outros.	autorizada pelo BACEN; Até 10%: a) tesouro estadual ou municipal; b) companhia aberta; c) organismo multilateral; d) companhia securitizador a; e) patrocinador do plano de benefícios; f) fundo de investimento ou fundo de investimento em direitos creditórios; g) fundo de índice referenciado em cesta de ações de companhias abertas; h) SPE; ou i) fundo de investimento estruturado; Até 5%: Outros.	de uma mesma companhia aberta; III – do patrimônio líquido de uma mesma instituição financeira autorizada a funcionar pelo Bacen; e IV – do patrimônio líquido de um mesmo: a) fundo de índice referenciado em cesta de ações de companhias abertas; b) fundo de investimento classificado no segmento de investimentos estruturados; c) fundo de investimento constituído no Brasil que tenha em sua carteira ativos classificados no segmento de investimentos no exterior; ou d) fundo de índice do exterior admitido à negociação em bolsa de valores do Brasil; V – do patrimônio separado constituído nas emissões de certificado de recebíveis com a adoção de regime fiduciário.	II – uma mesma classe ou série de cotas de fundos de investimento em direitos creditórios; ou III – um mesmo empreendimento imobiliário.
Investimento Estruturado	Até 10%: Fundos de Investimento Imobiliário; Até 10%: Fundos de Investimento e Fundos de Investimento Multimercado.			
Investimento no Exterior	Até 10%			
Imóveis	Até 8%			
Empréstimos e Financiamentos	Até 15%			

conclusão

QUADRO 2 - COMPILAÇÃO DOS LIMITES ESTABELECIDOS ÀS EFPC PELA RESOLUÇÃO Nº 3.792 DO CMN

FONTE: BRASIL (2009) (Adaptado).

Wanderley (2008, p. 138) justifica que os limites máximos impostos pelo CMN possuem o intuito de proteger os investimentos do risco de crédito ou de riscos ligados aos negócios específicos dos emissores, ainda ressaltando que,

independentemente de estar estabelecido na resolução oficial, qualquer política baseada em critérios técnicos deveria avaliar os riscos de concentração, mitigando-os por meio de uma política de diversificação.

Festa (2005, p. 90) fez uma importante contribuição ao projetar o passivo atuarial, que embasou a política de investimentos da EFPC analisada no referido estudo, definindo, entre outros aspectos, a metodologia e os parâmetros para gerir o plano previdenciário nos diversos segmentos de alocação, citados no QUADRO 2, a fim de maximizar a rentabilidade e a constituição de reservas suficientes para o pagamento dos benefícios de seus participantes, considerando adversidades como fatores de risco.

2.1.3 Fundos-Abutre

Blackman e Mukhi (2010, p. 49) explicam que a estratégia dos *vulture funds* (fundos-abutre) é comprar títulos de dívidas soberanas, com um grande desconto em relação ao seu valor real, nos momentos mais vulneráveis, por quaisquer motivos que sejam, de uma nação – e, posteriormente, vendê-los a preços normais, obtendo um lucro maior em relação a títulos de países não vulneráveis.

Tamura (2002, p. 10), na mesma linha de raciocínio, menciona que os fundos-abutre se caracterizam por comprar títulos de dívidas, os quais possuem cedentes em estado de moratória, no mercado secundário a preços módicos e buscar os pagamentos integrais destes pútridos títulos, muitas vezes até impetrando processos judiciais contra o devedor, para obter um alto retorno.

2.2 RISCO SOBERANO

Cantor e Parker (1996, p. 38) definem as classificações de riscos soberanos (*ratings* soberanos), ou outras classificações de risco, como índices relativos à propensão de um prestador honrar suas obrigações. Governos, geralmente, buscam classificação de crédito para facilitar seu próprio acesso a mercados de

capital internacional, nos quais vários investidores, especialmente norte-americanos, preferem a segurança dos títulos classificados aos não classificados com risco de crédito aparentemente similar.

Aquino e Moreno (2002, p. 2) conceituam os *ratings* soberanos puramente como a classificação do risco de crédito do governo de um determinado país.

Já Federação do Comércio do Estado de São Paulo (FECOMERCIO) (2005, p. 10) define o risco soberano como o risco de crédito atribuído pelos credores aos títulos de dívida emitidos nas esferas públicas – abrangendo, portanto, somente países.

Vislumbra-se que a importância dos *ratings* soberanos decorre de sua influência nas classificações atribuídas aos devedores da mesma nacionalidade. Por exemplo, agências raramente atribuem a um estado, município ou empresa privada classificação de crédito maior do que a do país do emitente (CANTOR; PARKER, 1996, p. 38).

Portanto, o risco soberano pode ser considerado o patamar inicial de risco de uma determinada economia, ou seja, toma-se que os títulos públicos de um determinado país são os mais líquidos e possuem a menor taxa de risco de crédito, sendo o ponto de partida da precificação dos títulos e empréstimos em uma nação, implicando a definição do custo dos empréstimos para esta economia (FECOMERCIO, 2005, p. 10).

Considerando-se que os “prêmios de risco” explicam as taxas mínimas de retorno exigidas pelos investidores para a aquisição de cada ativo, os riscos soberanos influenciam os mercados de ativos, pois as classes de risco, atribuídas pelas agências, de diferentes ativos auxiliam na computação dos prêmios de risco e, conseqüentemente, na precificação de ativos pelos agentes econômicos (FECOMERCIO, 2005, p. 11).

As agências de classificação, tradicionalmente, deixam claro que existe um teto soberano para os *ratings* corporativos de empresas domiciliadas no país. Devido à presença de risco sistêmico, uma mudança do *rating* soberano pressiona o corporativo para uma mudança na mesma direção. Por outro lado, algumas empresas podem ficar imunes a essas pressões por conta de sua notoriedade interna e externa (STANDARD & POOR'S, 2012b; MOODY'S, 2012b).

2.2.1 Classificação de Risco

Segundo Cruces (2001, p. 21), as classificações de risco originam-se nas agências de crédito mercantil, estabelecidas nos Estados Unidos após a crise de 1837, que avaliavam a capacidade de pagamento das obrigações contratadas pelos comerciantes de especiarias e manufaturas no eixo EUA-Europa.

Entretanto, somente após as diversas crises de dívidas soberanas da década de 1980, a comunidade internacional insistiu na melhora da avaliação do risco dos países emissores. Conseqüentemente, as classificações de risco soberano elaboradas pelas agências especializadas começaram a ganhar ênfase no mercado financeiro internacional. Após mais de 20 anos, essas classificações, além de utilizadas em larga escala, referenciam o mercado de dívida externa em sua totalidade (HECK, 2002, p. 8),

O *rating* pode ser considerado uma classificação genérica utilizada para determinar em quais condições relativas um agente devedor se apresenta ante outros, ou seja, ordenação – ou ranqueamento – dos agentes devedores. O conceito de *rating* de crédito tenta abranger, sucintamente, diversas variáveis qualitativas e quantitativas a respeito dos emissores de títulos. A classificação se dá através de ponderações de variáveis arbitrárias, as quais são consistentes ao longo do tempo e entre emissores (FECOMERCIO, 2005, p. 18).

Markoski (2004, p. 63) sintetiza o *rating* como uma “opinião” sobre a capacidade futura e a responsabilidade jurídica de um emitente efetuar, dentro de um determinado prazo, pagamentos de suas obrigações.

Festa (2005, p. 2) frisa que, na política de investimentos das EFPC, devem constar os riscos de liquidação, crédito, mercado (ou liquidez) e operacional, com o intuito de prevenir as EFPC de que perdas efetivas se concretizem devido à falta de identificação destas ameaças, sendo os *ratings*, divulgados pelas agências de classificação de risco, utilizados como parâmetro para a mitigação do risco de crédito.

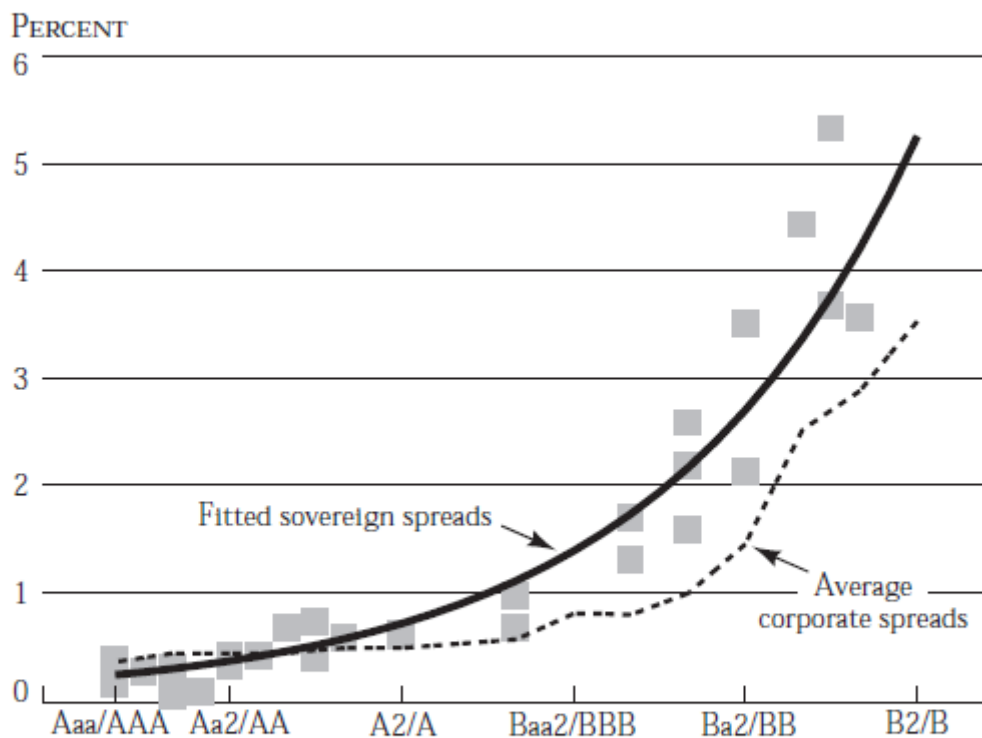
Machado (2005, p. 22-25) indica que os *ratings* soberanos são importantes porque, além de determinarem a clientela possível de um ativo de um país, afetam intrinsecamente seu preço, pois, quando usados como referência ao risco de crédito, tendem a influenciar os preços dos ativos e os prêmios cobrados pelos riscos.

Esta consequência pode ser observada no artigo de Cantor e Parker (1996, p. 43-44), o qual demonstra que, além de as classificações de risco resumirem eficazmente os indicadores macroeconômicos, exercem efeito sobre os *spreads* dos títulos soberanos, os quais tendem a aumentar quando as classificações atenuam-se. Este dado pode ser visualizado na FIGURA 1.

Chart 1

SOVEREIGN BOND SPREADS BY CREDIT RATING

As of September 29, 1995



Sources: Bloomberg L.P.; J.P. Morgan; Moody's; Salomon Brothers; Standard and Poor's.

Notes: The fitted curve is obtained by regressing the log (spreads) against the sovereigns' average. Average corporate spreads on five-year bonds are reported by Bloomberg L.P.

FIGURA 1 - GRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE OS RATINGS E OS SPREADS SOBERANOS
 FONTE: CANTOR E PARKER (1996, p. 44)

Segundo esta linha, Markoski (2004, p. 66) identifica que os *ratings* podem aumentar a liquidez dos papéis nos mercados e até mesmo, dependendo da classificação, reduzir o custo de capital dos emissores. Além disto, as classificações

de risco ainda acarretam maior acesso dos emissores de títulos a novos mercados acionários.

Canuto e Santos (2003, p. 8) expõem que o risco soberano está associado ao risco de crédito em relação às operações de concessão de recursos aos estados soberanos somente, denotando a disposição e a capacidade de o governo servir sua própria dívida.

Os governos também recorrem às opiniões das agências com o intuito de nivelar os indicadores para a tomada de decisão de investidores estrangeiros, apontado a solidez de seus mercados de capitais (MARKOSKI, 2004, p. 66).

Basicamente, as classificações de *ratings* estão divididas em dois grandes grupos: “*investment grade*” ou “categoria de investimento” e “*noninvestment grade*” ou “categoria especulativa”. O primeiro grupo refere-se a investimentos considerados de baixo risco de crédito, geralmente aceitos por investidores institucionais, tendo a máxima classificação atribuída apenas aos países caracterizados com a maior margem de segurança. O segundo grupo representa os investimentos com um risco substancial de crédito – e que, portanto, exigem maior retorno financeiro (MOODY’S, 2012a; S&P, 2012b).

Esta classificação de risco é feita por agências de classificação de risco, as quais são independentes e cujas receitas provêm, majoritariamente, de taxas cobradas de seus avaliados, ou seja, de governos e empresas. Geralmente, a avaliação é solicitada pelos emissores de títulos que almejam uma classificação para o seu risco de crédito, com o intuito de ampliar o mercado de seus títulos, uma vez que alguns investidores institucionais só podem adquirir títulos classificados, e por aqueles que emprestam recursos, pois o *rating* pode, de alguma forma, determinar as linhas de crédito de alguns bancos. Ademais, a classificação obtida também pode exercer influência sobre a taxa de juros do título ou empréstimo (AQUINO; MORENO, 2002, p. 2-3).

2.2.1.1 A Influência do Acordo de Basileia sobre os *Ratings*

O Comitê sobre Regulação e Supervisão Bancária de Basileia foi estabelecido, em 1975 no âmbito do Bank for International Settlements (BIS), pelos

presidentes do Banco Central dos países-membros do G10 (Alemanha, Bélgica, Canadá, Espanha, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Luxemburgo, Países Baixos, Reino Unido, Suécia e Suíça). Este comitê concebeu, em 1988, o International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards – mais conhecido como Acordo de Basileia I – e, entre 2004 e 2006, revisou-o e elaborou o International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: Revised Framework Comprehensive Version, o popular Acordo de Basileia II (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS), 2006, p. 1).

Carneiro (2006, p. 133) elenca razões para que o Acordo de Basileia I fosse revisado pelos bancos centrais internacionais: as inovações financeiras, as diversas crises financeiras dos anos 90 ao redor do mundo, as novas técnicas de atenuação de riscos e, por último, as próprias discrepâncias do Acordo de Basileia I. Este novo acordo possui três pilares destacados pelo Comitê sobre Regulação e Supervisão Bancária de Basileia: requerimentos de capital mínimo, revisão da supervisão e disciplina de mercado.

Duff e Einig (2009, p. 108) realçam a importância das agências classificadoras de crédito após o Acordo de Basileia II, uma vez que os padrões definidos neste acordo assemelham-se à medição do risco de crédito destas agências externas.

Carneiro (2006, p. 133) relata ainda que o novo acordo mantém, em relação ao primeiro pilar, 8% de capital mínimo, percentual estabelecido no primeiro acordo, mas acentua a independência dos bancos centrais para constituir sistemas internos de gerenciamento de risco, demandando mais de tais instituições no que diz respeito à supervisão bancária. Porém, caso os bancos centrais não desejem estabelecer esse gerenciamento de risco, podem optar pelos percentuais padronizados, mas devem considerar as classificações de risco de agências externas. Consequentemente, no âmbito do segundo acordo, as agências de classificação de risco ganham importância no mercado financeiro.

BIS (2006, p. 19-20) estabelece o percentual (ver TABELA 4), em relação aos 8% de capital mínimo dos valores dos ativos, ponderado pelo risco em relação à avaliação dos títulos soberanos; esta, por sua vez, deve ser feita por instituições externas, a fim de garantir a solvência dos títulos. Por exemplo, países com classificação de risco de AAA até AA– não necessitam deter capital mínimo.

TABELA 4 - PONDERAÇÃO DOS RISCOS DOS TÍTULOS SOBERANOS

AVALIAÇÃO DOS TÍTULOS SOBERANOS	PESO DO RISCO
AAA até AA-	0%
A+ até A-	20%
BBB+ até BBB-	50%
B+ até B-	100%
Abaixo de B-	150%
Não classificado	100%

FONTE: BIS (2006, p. 19)

Carneiro (2006, p. 133) também alega que o Acordo de Basileia II elevaria os títulos com *ratings* acima de BBB (nível 9 do QUADRO 1) e, conseqüentemente, os ativos classificados abaixo disso seriam reduzidos.

2.2.2 Agências de Classificação de Risco

Em 1909, John Moody começou classificando títulos de dívidas provindas de construções de estradas de ferro. Somente após a Primeira Guerra Mundial, a já estabelecida agência Moody's passou a classificar os títulos emitidos pelo Tesouro norte-americano (MOODY'S, 2012b).

Em 1916, a Poor's Publishing Company emitiu a sua primeira classificação de risco. Em 1941, a fusão das agências Poor's Publishing Company e Standard Statistics Company se concretiza, formando a Standard & Poor's (S&P, 2012a).

Já a Fitch Publishing Company iniciou suas atividades em 1924. Após 53 anos de atuação no mercado, em 1977, a Fitch agregou suas operações às da agência britânica IBCA e posteriormente, em 2000, a agência Duff and Phelps, que atuava no mercado desde 1982, foi adquirida por esta agência classificadora de riscos (FITCH, 2012b).

Moody's e Standard & Poor's são as principais agências de *ratings* e, contando com seus próprios critérios, avaliam o risco dos títulos negociados em cada país. A partir destas avaliações, as agências orientam seus clientes a investir, reduzir, manter ou elevar a participação de um determinado ativo na carteira de investimentos (FECOMERCIO, 2005, p. 18).

Markoski (2004, p. 61-62) elenca as agências Moody's, Standard & Poor's e Fitch Ratings como atuantes na maior parte dos países onde há um mercado de capitais minimamente constituído, graduando a importância destas agências em

escala mundial. Já no Brasil, a atividade de classificação dos *ratings* concerne a algumas agências nacionais independentes – tais como SR Rating, Atlantic Rating e Austin, as quais já apresentam um histórico de atividades – e às agências internacionais.

Klein (2004) correlaciona a origem do poder das três maiores agências de classificação de risco a um marco regulatório, em meados dos anos 70, estabelecido pelo Securities and Exchange Commission (SEC), órgão responsável pela regulação do mercado financeiro norte-americano. Este marco fez-se necessário após avaliadores de crédito não preverem a moratória de uma companhia ferroviária, deixando investidores apreensivos sobre o mercado de dívidas. Conseqüentemente, o SEC decidiu exigir que as corretoras de valores mantivessem certa quantia de dinheiro, títulos e outros ativos. Tal quantia variava de acordo com a qualidade desses títulos. Como os reguladores não tinham certeza de como avaliá-los, o SEC criou uma categoria de avaliadores de crédito, chamada Nationally Recognized Statistical Rating Organizations (NRSROs), e reconheceu inicialmente as agências Moody's, S&P e Fitch.

Partnoy (1999, p. 711-712) atribui o sucesso das agências de classificação de risco, não ao fato de desfrutarem boa reputação com base em suas classificações de crédito, mas ao de venderem o direito de estar em conformidade com a regulamentação, ou seja, comercializarem licenças regulatórias, o que tem garantido prosperidade, lucro e poder a elas. O domínio dessas agências é demonstrado quando há notícias, boas ou más, sobre um emissor de títulos, devidamente sucedidas por anúncios das agências classificadoras sob cuja revisão o emitente se encontra.

Ademais, as agências de classificação de risco são financiadas por dois tipos de cliente: primeiro e principalmente, pelos próprios países avaliados e, em menor escala, pelos investidores que adquirirem o acesso às análises e aos relatórios de risco feitos por essas agências (CARNEIRO, 2006, p. 141).

S&P (2011) relata que a metodologia de classificação de títulos soberanos da Standard & Poor's avalia o desempenho durante os últimos ciclos econômicos e políticos de um país, bem como fatores que possam influenciar futuros ciclos econômicos. Além disto, a análise do crédito de risco é sustentada pelos fatores econômico (estrutura econômica e perspectiva de crescimento), político (eficácia institucional e riscos políticos), externo (liquidez externa e posição de investimento

internacional), fiscal (dívida, desempenho e flexibilidade fiscal) e monetário (flexibilidade monetária).

Para a composição do *rating* da S&P, primeiramente, atribui-se uma nota para cada fator, variando entre 1 (mais forte) e 6 (mais fraco). Em seguida, as notas dos fatores político e econômico são combinadas, assim como as notas dos outros três fatores, formando o perfil “político e econômico” e o perfil “flexibilidade e desempenho”, respectivamente. Por fim, a combinação destes dois perfis determinará, após excepcionais ajustes, a classificação do *rating* do país (S&P, 2011). Esta mecânica pode ser visualizada na FIGURA 2.

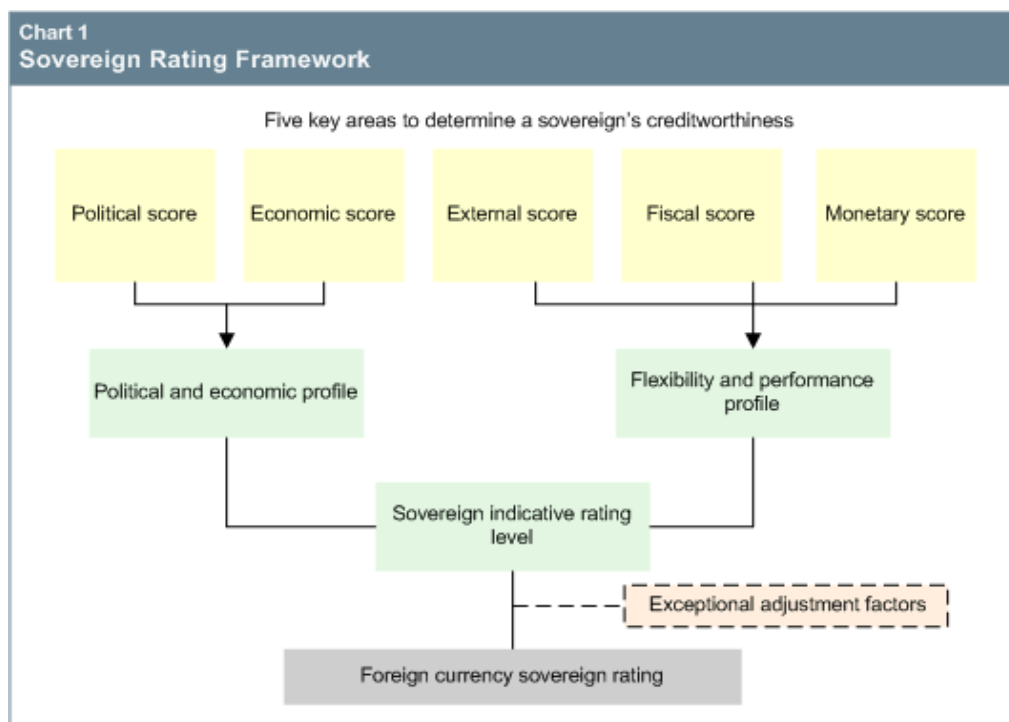


FIGURA 2 - ESTRUTURA PARA A ELABORAÇÃO DO *RATING* SOBERANO DA AGÊNCIA S&P
FONTE: S&P (2013)

Analogamente, a agência Moody's utiliza quatro fatores principais, que formam outros dois fatores, na classificação do *rating* soberano dos países. A força econômica de um país, medida principalmente pelo PIB *per capita*, e a força institucional, mensurada, entre outros aspectos, pela transparência e pelo cumprimento dos contratos, formam a avaliação da resiliência econômica do país em questão; já a força financeira, aferida por meio da dívida em relação à capacidade de mobilização de recursos do país, e a suspeita de risco, medida pela ameaça de falta de pagamento ou pelo perigo de adversidades financeira,

econômica ou eventos políticos, formam o fator “robustez financeira” (MOODY’S, 2008, p. 2).

Moody’s (2008, p. 2) assinala ainda que, após o grau de resiliência ser ajustado em relação ao grau de robustez financeira, é feita uma comparação com países similares e fatores adicionais, não observados anteriormente, que podem ser ponderados para a formação do *rating* final. Esta metodologia de classificação da agência Moody’s é ilustrada na FIGURA 3.

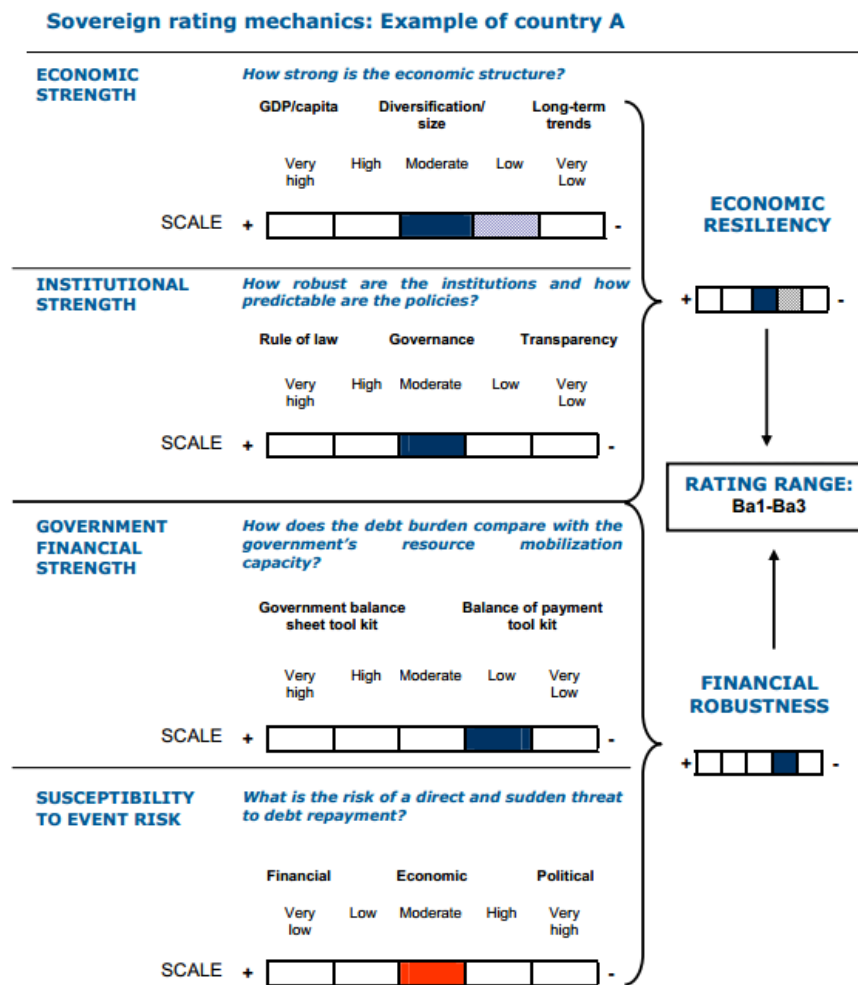


FIGURA 3 - EXEMPLO HIPOTÉTICO DO MECANISMO DE CLASSIFICAÇÃO DE *RATING* SOBERANO DA AGÊNCIA MOODY’S
 FONTE: MOODY’S (2008, p. 3)

Diferentemente das outras agências, a Fitch (2012b, p. 5-6, 18), desenvolveu um Modelo de *Ratings* Soberanos (MRS), atualizado para 2012, o qual consiste em um modelo de regressão múltipla de variáveis macroeconômicas (inflação, taxa de crescimento real do PIB e volatilidade de crescimento real do PIB), finanças públicas (balança orçamentária, dívida bruta, pagamento de juros e dívida pública externa), finanças externas (dependência de matérias-primas, dívida externa

bruta, balanço das contas correntes mais investimentos estrangeiros diretos, pagamento de juros internacionais e reservas internacionais) e questões estruturais (total de dinheiro em circulação, PIB *per capita*, indicador de governança, superávit primário e histórico de moratória), com dados entre os anos de 2000 e 2010, estimado pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Para as variáveis permanecerem no modelo, devem ser estatisticamente significativas ao nível de 90% de confiança e ter sinal (+/-) correspondente ao esperado.

Entretanto, em termos práticos, o MRS da Fitch não passa de uma ferramenta utilizada pelos analistas, pois a Fitch admite que “nenhum modelo captura integralmente todas as influências relevantes sobre o *rating* soberano” e que a classificação do *rating* que ela atribui não só pode como é diferenciada da classificação atribuída pelo MRS (FITCH, 2012b, p. 6).

Apesar destes critérios, Grosso (2012, p. 19, 25) afirma que a subjetividade na análise dos *ratings*, devido ao fato de a avaliação de risco não ser totalmente mecânica e depender de uma comissão de avaliação – a qual aprecia fatores excepcionais de risco, não divulgados para os países –, pode ser responsável pelo fato de os *ratings* serem, algumas vezes, pouco coerentes com a realidade. O rebaixamento da classificação de um país é, muitas vezes, atribuído a esses fatores qualitativos – e tal subjetividade de avaliação, naturalmente, desencadeia o aumento de críticas às agências de classificação de risco.

Carneiro (2006, p. 139-140) ressalta o que o risco soberano, além de ser constituído pela capacidade de um governo servir integralmente a sua dívida, caracteriza-se por sua disposição de fazê-lo, a qual se reflete, muitas vezes, em argumentos políticos e até sentimentos de mercado, como é o caso de uma postura subjetiva. Até o argumento de capacidade pode se embasar em crenças sobre o gerenciamento das finanças do governo.

Por outro lado, o BIS – relevante instituição financeira internacional para cooperação entre os bancos centrais, pois tem contribuído para o estabelecimento de regras de controle e supervisão financeira internacional –, fundado em 1930 para tratar das reparações da Primeira Guerra Mundial, valoriza o uso das agências de classificação de risco (CARNEIRO, 2006, p. 132).

Larrain, Reisen e Von Maltzan (1997, p. 21) consideram essencial a acurácia das agências de risco, acreditando que, se as agências de *rating* forem capazes de antecipar ou, ainda, realizar uma análise superior, podem desempenhar um

importante papel no sentido de enfraquecer os excessivos fluxos de capitais internacionais. Entretanto, se as agências forem passivas ante os eventos do mercado, acabam amplificando as entradas e saídas abruptas de capital nos países.

2.3 VARIÁVEIS

Scarabel (2010, p. 11), Tavares (2006, p. 17-18), Frascaroli, Silva e Silva (2006), bem como Machado (2005, p. 41-44), utilizaram em seus estudos os *ratings* atribuídos pelas agências classificadoras de risco como variáveis explicativas.

Almeida (2011, p. 4) também aplicou o risco soberano como variável explicativa com o intuito de calcular a taxa de juros atrativa pelo risco de ingresso de recursos no Brasil.

Feder e Uy (1985, p. 135, 139-140) utilizaram as variáveis de estudos anteriores ou usualmente empregadas pelos credores em análises de riscos soberanos, caso em que a participação de um conjunto de variáveis macroeconômicas na determinação de *ratings* de países mostrou-se significativa. Ademais, a correlação dos *ratings* com o histórico de bom comportamento das economias dos países classificados também foi evidenciada.

A importância do estudo de Feder e Uy (1985) foi citada por Markoski (2004, p. 70), pois foram os primeiros autores a examinar as variáveis determinantes para a composição do risco soberano.

Já Cantor e Parker (1996, p. 39) aplicaram a análise de regressão para avaliar a significância de oito variáveis econômicas – devidamente listadas no QUADRO 3 –, uma vez que foram repetidamente citadas nos relatórios das agências classificadoras como determinantes para o *rating* soberano.

Não obstante, Canuto e Santos (2003, p. 26-35) aplicaram em seu estudo variáveis indicadas como as mais importantes para, ao menos, uma das três principais agências de classificação. Essas indicações foram extraídas de artigos sobre a metodologia de classificação e de relatórios sobre os países, posto que as agências não divulgam as ponderações atribuídas aos fatores considerados para a determinação das classificações.

Seguindo princípios análogos aos estudos mais recentes, Rowland (2004, p. 17) e Rowland e Torres (2004, p. 19) limitaram suas análises às variáveis econômicas regularmente publicadas pelas agências de classificação de risco, conforme o QUADRO 3.

Souza (2001) alega ter embasado a utilização das variáveis Inflação, Déficit Público sobre PIB, Taxa Interna Real de Juros, PIB sobre Serviço da Dívida Externa, Empréstimo Externo sobre PIB e Déficit em Conta Corrente sobre PIB em seu estudo a partir da literatura existente sobre risco soberano, com o intuito de construir um modelo que permita a categorização dos fatores – e suas variáveis – que geram o conceito de risco soberano.

Na elaboração de testes econométricos, Carneiro (2006, p. 157) elencou os fatores Crescimento do PIB real, PIB *per capita*, Resultado Primário do Governo Geral no PIB, Inflação dos Preços ao Consumidor, Dívida Pública Total do Governo Geral sobre o PIB, Abertura Econômica, Resultado na Conta Corrente sobre o PIB, Pagamento de Juros do Governo Geral sobre Receitas desse Governo e Dívida Externa sobre Receitas da Conta Corrente, selecionados porque “são analisados por qualquer agência de *rating* e são sempre descritos nas análises de risco soberano”.

Diniz (2011, p. 48-51) analisou e elencou os estudos empíricos mais relevantes, bem como as variáveis por eles utilizadas, para determinar a classificação de risco soberano, apresentados no QUADRO 3. Estes estudos oferecem aos governos, como maior contribuição, o benefício de identificar as variáveis associadas às classificações de risco soberano, com o intuito de subsidiar possíveis alterações nas políticas econômicas e sociais dos países analisados.

Autores	Variáveis
Cantor e Parker (1996)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de crescimento do PIB (%), Inflação, Balança de Transações Correntes, Resultado fiscal, Dívida Externa/Exportações, Desenvolvimento Econômico, Histórico de Inadimplência
Haque, Mark e Mathieson (1998)	Exportações/Importações, Taxa de Juros do Título do Tesouro Norte-Americano de Três Meses, Crescimento das Exportações, Balança de Transações Correntes/PIB, Reservas/Importações, Dívida Externa/PIB, Taxa de Câmbio Real, Crescimento do PIB, Inflação, Eventos que Demonstram Instabilidade Política

continua

QUADRO 3 - DETERMINANTES DO RISCO SOBERANO: ESTUDOS EMPÍRICOS RELEVANTES

Autores	Variáveis
Monfort e Mulder (2000)	Dívida/PIB, Dívida/Exportações, Serviço da Dívida/Exportações, Reprogramação da Dívida, Reservas, Balança de Transações Correntes, Taxa de Câmbio Real, Crescimento das Exportações, Participação da Dívida de Curto Prazo, Exportações/Importações, Inflação, Crescimento do Crédito Doméstico, Taxa de Crescimento do PIB (%), Resultado Fiscal, Investimento/PIB, PIB <i>per capita</i> , Taxa de Juros de Títulos do Tesouro Norte-Americano, Spread sobre Títulos do Tesouro Norte-Americano, <i>Dummies Regionais</i>
Mulder e Perrelli (2001)	Balança de Contas Correntes/PIB, Taxa de Câmbio Real, Exportações/Importações, Dívida/PIB, Dívida/Exportações, Serviço da Dívida/Exportações, Histórico de Inadimplência, Resultado Fiscal/PIB, Taxa de Crescimento do PIB (%), Investimento/PIB, Taxa de Crescimento das Exportações (%), Dívida de Curto Prazo/Reservas, Logaritmo Natural da Taxa de Inflação
Hu, Kiesel e Perraudin (2002)	Serviço da Dívida/Exportações, Dívida/PNB, Reservas/Dívida, Reservas/Importações, Crescimento do PNB, Inflação, Histórico de Inadimplência, Inadimplência no Ano Anterior, <i>Dummies Regionais</i> , <i>Dummy</i> de Países Não Industrializados
Afonso (2002)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB (%), Inflação, Balança de Transações Correntes, Resultado Fiscal, Dívida/Exportações, Desenvolvimento Econômico, Histórico de Inadimplência
Alexe <i>et al.</i> (2003)	PIB <i>per capita</i> , Inflação, Exportações Menos Importações, Crescimento das Exportações, Reservas, Resultado Fiscal, Dívida/PIB, Taxa de Câmbio, Crédito Doméstico/PIB, Efetividade do Governo, Índice de Corrupção, Estabilidade Política
Canuto, Santos e Porto (2004)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB (%), Inflação, Dívida/Receitas, Resultado Fiscal, (Exportações menos Importações)/PIB, Dívida/Exportações, Desenvolvimento Econômico, Histórico de Inadimplência
Borio e Packer (2004)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB (%), Inflação, Índice de Percepção da Corrupção, Índice de Risco Político, Nº de Anos Após Inadimplência, Frequência de Períodos com Alta Inflação, Dívida/PIB, Dívida/Exportações, outras
Rowland (2004)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB (%), Resultado Fiscal/PIB, Balanças de Contas Correntes/PIB, Dívida Externa/PIB, Dívida Externa/Exportações, Inflação, Reservas/PIB, Serviço da Dívida/PIB, Serviço da Dívida/Exportações, (Exportações mais Importações)/PIB, Histórico de Inadimplência
Rowland e Torres (2004)	Taxa de Crescimento do PIB (%), Resultado Fiscal/PIB, Balanças de Contas Correntes/PIB, Dívida Externa/PIB, Dívida Externa/Exportações, Inflação, Reservas/PIB, Serviço da Dívida/PIB, Serviço da Dívida/Reservas, Serviço da Dívida/Exportações, Exportações/PIB, Dívida de Curto Prazo/Reservas, Maturidade da Dívida Externa, Taxa de Juros do Título do Tesouro Norte-Americano de Três Meses, Histórico de Inadimplência
Bissoondoyal-Bheenick, Brooks e Yip (2005)	PIB, Inflação, Investimento Externo Direto/PIB, Balança de Transações Correntes/PIB, (Exportações menos Importações)/PIB, Taxa de Juros Real, Telefones Celulares
Bissoondoyal-Bheenick (2005)	PIB <i>per capita</i> , Inflação, Resultado Fiscal/PIB, Dívida/PIB, Taxa de Câmbio Real, Exportações/PIB, Reservas, Taxa de Desemprego, Custo de Mão de Obra, Balança de Transações Correntes/PIB, Dívida/PIB
Butler e Fauver (2006)	PIB <i>per capita</i> , Dívida/PIB, Inflação, Índice de Subdesenvolvimento, Índice de Legalidade Ambiental, <i>Dummies</i> de Origem Legal
Mellios e Paget-Blanc (2006)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB, Inflação, Desenvolvimento Econômico, Balança de Transações Correntes, Dívida Externa/PIB, Taxa de Câmbio Real, Histórico de Inadimplência, Dívida/PIB, Reservas/Importações, Investimento/PIB, Índice de Corrupção, Qualidade da Regulação, Transparência, Vigor da Lei, Estabilidade Política

continuação

Autores	Variáveis
Afonso, Gomes e Rother (2007)	PIB <i>per capita</i> , Crescimento do PIB, Inflação, Taxa de Desemprego, Dívida do Governo, Resultado Fiscal/PIB, Efetividade do Governo, Dívida Externa/Exportações, Reservas Internacionais/Importações, Balança de Transações Correntes/PIB, Histórico de Inadimplência, Anos Desde a Inadimplência, <i>Dummies</i> Regionais, Desenvolvimento Econômico, Balança do Petróleo/PIB, Gastos/PIB, Receita/PIB, (Exportações menos Importações)/PIB, Crescimento das Exportações, Crescimento do Crédito Doméstico, Reservas/Dívida Total, Dívida de Curto Prazo/Dívida Total, Dívida Total/PNB, Voz e Transparência, Estabilidade Política, Qualidade da Regulação, Vigor da Lei, Controle da Corrupção
Carvalho, P. (2007)	PIB <i>per capita</i> , Crescimento Real do PIB, Inflação, Dívida do Governo Geral/PIB, Saldo em Conta Corrente/PIB, Resultado Fiscal/PIB, Reservas Internacionais/Dívida do Governo Geral, Dívida Externa Líquida/Receita Corrente Externa, <i>Dummy</i> para Países Industrialmente Avançados, <i>Dummy</i> para Histórico de Moratória Desde 1975, Variáveis Políticas do ICRG
Gaillard, N. (2007)	PIB <i>per capita</i> , Crescimento do PIB, Inflação, Resultado Fiscal/PIB, Balança de Transações Correntes/PIB, Dívida/Receita, Indicador de Desenvolvimento Econômico, Histórico de Inadimplência, Indicador de Governança
Coelho, F. (2008)	PIB Nominal, População, PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB Nominal, Taxa de Crescimento do PIB Real, Inflação, Investimento/PIB, Poupança Doméstica/PIB, Exportações, Importações, Abertura da Economia, Receita/PIB, Despesa/PIB, Resultado Nominal/PIB, Resultado Primário/PIB, Dívida do Governo, Dívida do Governo/PIB, Dívida do Governo/Receita do Governo, Pagamento de Juros/Receita, Taxa de Câmbio Nominal, Taxa de Câmbio Real, Balança de Transações Correntes, Balança de Transações Correntes/PIB, Dívida Externa (US\$), Dívida Externa/Exportações, Investimento Estrangeiro Direto/PIB, Reservas Internacionais, Inadimplência
Jaramillo, L. (2010)	PIB <i>per capita</i> , Crescimento do PIB, Inflação, Desemprego, Exportações/PIB, Balança de Transações Correntes, Dívida Externa Pública e Privada/PIB, Reservas Internacionais/PIB, Resultado Primário/PIB, Dívida Pública/PIB, ICRG, Histórico de Inadimplência, <i>Dummies</i> Regionais, <i>Dummies</i> Temporais
Módolo e Rodrigues (2010)	PIB <i>per capita</i> , Taxa de Crescimento do PIB (%), Inflação, Balança de Transações Correntes, Resultado Fiscal, Dívida Externa/Exportações, Dívida/PIB, Saldo do Governo/PIB, Poupança Doméstica/PIB, Abertura da Economia/PIB, Reservas, Variáveis de Governança

conclusão

QUADRO 3 - DETERMINANTES DO RISCO SOBERANO: ESTUDOS EMPÍRICOS RELEVANTES
 FONTE: DINIZ (2011, p. 48-50) (Adaptado)

Apesar da numerosa relação dos estudos empíricos, Diniz (2011, p. 57) empregou as variáveis Inflação, PIB *per capita*, Taxa de Crescimento do PIB, Resultado Primário, Dívida do Governo Geral, Balança de Transações Correntes, Taxa de Investimento, Reservas Internacionais, Grau de Abertura da Economia, Grau de Desenvolvimento, Histórico de Inadimplência, Voz e Transparência, Estabilidade Política, Efetividade do Governo, Qualidade Regulatória, Controle da Corrupção e Vigor da Lei, além de duas novas variáveis, não utilizadas usualmente (IDH – Educação e IDH – Expectativa de Vida), objetivando mensurar a influência do nível educacional e da longevidade da população sobre os *ratings*. Entre as novas variáveis, somente a última apresentou significância em dois de seis modelos testados.

2.4 CORRELAÇÃO

Duas características do mesmo indivíduo ou de dois indivíduos interligados são correlacionadas quando a média dos valores de uma das características é uma função dos valores da outra característica. Portanto, a correlação pode ser matematicamente definida como uma constante, ou uma série de constantes, que determina esta função (PEARSON, 1896, p. 256-257).

Costa Neto (1977, p. 178) cita que, quando os valores de duas variáveis são plotados num diagrama cartesiano bidimensional, chamado de “diagrama de dispersão”, sua mera observação pode fornecer uma noção inicial da correlação entre essas variáveis, ou seja, como uma se comporta em relação à outra ou, ainda, como uma é dependente da outra.

2.4.1 Coeficiente de Correlação de Pearson

Pearson atribui uma parte considerável do desenvolvimento deste coeficiente às ideias de Francis Galton relatadas no trabalho *Natural Inheritance*, em especial, os métodos experimentais e matemáticos para abordar o problema da herança biparental. Na obra em questão, Pearson desenvolveu uma função, cuja forma simplificada é representada pela equação (1), como melhor método para determinar a correlação entre duas variáveis r (PEARSON, 1896, p. 254-255, 264-265).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(x, y)}{s_x \cdot s_y} \quad (1)$$

Costa Neto (1977, p. 178) pondera que, apesar de a covariância ser um indicador do grau da correlação, é mais conveniente usar o coeficiente de correlação de Pearson, o qual, diferentemente da covariância, apresenta a propriedade de ser adimensional e variar no intervalo [-1; 1].

Freund e Simon (2000, p. 323) interpretam o coeficiente r de tal forma que, quando é igual a 1 ou a -1, todos os pontos encontram-se sob uma reta, e, quando possui valor nulo, a correlação entre as variáveis é tão insignificante que o conhecimento de x em nada contribui para predizer os valores de y .

2.4.2 Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman

Siegel e Castellan (2006, p. 266) identificam o Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman como o primeiro coeficiente desenvolvido para tratar de casos em que os indivíduos estão ordenados em postos.

Considera-se “posto” o número que indica a posição de um determinado valor em relação ao conjunto ordenado, que engloba do primeiro ao último elemento, crescente ou decrescentemente. Vale explicar que nos casos de empate, ou seja, quando existem valores iguais no conjunto, deve-se adotar um posto médio sem afetar os demais (COSTA NETO, 1977, p. 145).

Siegel e Castellan (2006, p. 267-268) primeiramente justificam a aplicação da soma dos quadrados das diferenças, pois as diferenças negativas cancelariam as diferenças positivas caso as simples somas das diferenças fossem tomadas. Somente depois, explicam que este coeficiente de correlação é um caso específico do coeficiente de correlação de Pearson, no qual as variáveis x e y a serem correlacionadas possuem mensuração em escala por postos (ordem na classificação). Dado este fato, pode-se então simplificar o coeficiente de correlação de Pearson para obter o Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman, calculado pela equação (2).

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n d_i^2}{2\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

onde:

d_i é a diferença entre os postos da i -ésima amostra

Apesar de Costa Neto (1977, p. 180) relatar que o mesmo coeficiente de correlação da equação (2) pode ser calculado pela equação (3), Siegel e Castellan (2006, p. 270) advertem que a equação (3) reproduz fidedignamente a equação (2)

apenas quando não há empates entre os postos, ou seja, quando não existem postos médios na análise de correlação.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad (3)$$

onde:

d_i é a diferença entre os postos da i -ésima amostra

n é a quantidade total de pares amostrais

2.5 ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS

Segundo Hair *et al.* (2009, p. 23), a análise multivariada é a área da estatística que aborda todas as técnicas que analisam, simultaneamente, múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos.

A análise multivariada aborda, então, as relações entre as variáveis dependentes e os indivíduos analisados. Eis seus principais objetivos: simplificação da estrutura dos dados, classificação, agrupamento de variáveis, análise de interdependência e de dependência, além de formulação e teste de hipóteses. Complementarmente, elencam-se as áreas nas quais a análise multivariada de dados é aplicada, tais como agricultura, antropologia, arqueologia, biometria, economia, educação, experimentação, indústria, medicina, meteorologia, física e sociologia (KENDALL, 1980, p. 1-3).

McNeil (2005, p. 103) afirma que tanto a Análise de Componentes Principais (ACP) quanto a Análise Fatorial Exploratória (AFE) são fundamentais para a análise multivariada de dados e amplamente utilizadas nos modelos econométricos.

2.5.1 Análise de Componentes Principais

De acordo com Pla (1986, p. 15), a ACP permite estruturar um conjunto de dados multivariados, sem necessariamente conhecer a distribuição de probabilidade da população amostrada. A ACP possibilita gerar novas variáveis, que expressam a

informação contida no conjunto original amostrado, reduzindo a dimensão da análise e eliminando, se possível, variáveis originais que aportam pouca informação para o modelo.

Sharma (1996, p. 58, 129) adverte que a ACP, muitas vezes, é confundida com a AFE, mas são técnicas conceitualmente distintas. A ACP está focada em formar um índice composto por algumas variáveis, enquanto a AFE é baseada na reestruturação das variáveis originais.

McNeil (2005, p. 109) ressalta que o principal objetivo da ACP é reduzir a dimensão de dados altamente correlacionados através da combinação linear de uma quantidade menor de variáveis – sendo que estes acumulam a maioria da variabilidade dos dados originais –, salvaguardando que a ACP não é um modelo por si só, mas uma técnica de rotação de dados, a qual pode ser utilizada a fim de construir fatores para uma AFE.

Pla (1986, p. 15-17) destaca ainda que os componentes principais possuem características estatísticas desejáveis – como independência – quando a multinormalidade é assumida, e não correlação, sintetizando a máxima variabilidade residual dos dados. Portanto, quando as variáveis originais são não correlacionadas, a ACP não traz benefícios ao modelo.

McNeil (2005, p. 109) esclarece que o principal resultado matemático por trás da ACP é o Teorema da Decomposição Espectral, da álgebra linear, o qual postula que qualquer matriz simétrica $A \in \mathbb{R}^{d \times d}$ pode ser escrita como $A = \Gamma \Lambda \Gamma'$, sendo que Λ é a diagonal principal da matriz dos autovalores de A , usualmente ordenados decrescentemente, e Γ é uma matriz ortogonal, $\Gamma \Gamma' = \Gamma' \Gamma = I_d$, cujas colunas são os autovetores padronizados de A .

Flury (1997, p. 592) aplica este teorema à matriz de covariância de um vetor X com p variáveis aleatórias, ou seja, $\text{Cov}[X] = \psi = \Gamma \Lambda \Gamma'$, com $\Gamma = [\Gamma_1, \dots, \Gamma_p]$, um vetor ortogonal com os autovetores de ψ como suas colunas, considerando ainda que $E[X] = \mu$.

Com isto, Flury (p. 592-602) apresenta cinco propriedades das ACP: 1) os componentes principais $U = B'(X - \mu)$ possuem vetor média $\underline{0}$ e matriz de covariância Λ , implicando que os componentes principais são centrados na origem e não correlacionados; 2) se X é uma multivariada normal ou elíptica, então a aproximação de um componente principal de dimensão q Y_q é autoconsistente para

X; 3) a estimação da matriz de covariância do componente principal de dimensão q para X é dada por $Cov[Y_q] = \sum_{i=1}^q \lambda_i \beta_i \beta_i' = \psi - \sum_{i=1}^p \lambda_i \beta_i \beta_i'$; 4) a estimação dos erros dos quadrados médios da componente principal de dimensão q para X é dada por $EQM[Y_q; X] = \sum_{i=q+1}^p \lambda_i$; e 5) os componentes principais não são invariantes a escalas, ou seja, se as unidades de medição de uma ou diversas variáveis forem modificadas, conseqüentemente, os resultados também serão.

Esta última propriedade listada pode ser, segundo Sharma (1996, p. 74), superada pela padronização dos dados, evitando que a variância relativa das variáveis afete os pesos dos componentes e indo além, pois todas as variáveis teriam a mesma variância (um). Essa padronização, descrita por Johnson e Wichern (2007, p. 449), nada mais é do que a razão entre a diferença do valor observado e a média de uma variável com o desvio-padrão desta variável, ou seja, $z_i = (x_i - \bar{x})/s_i$.

Johnson e Wichern (2007, p. 431-432) classificam como componentes principais as combinações lineares não correlacionadas Y_1, Y_2, \dots, Y_p de um vetor aleatório $X' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, o qual possui matriz de covariância Σ e autovalores maiores ou iguais a zero. Logo, essas combinações lineares podem ser representadas por:

$$\begin{aligned} Y_1 &= e_1'X = e_{11}X_1 + e_{21}X_2 + \dots + e_{p1}X_p \\ Y_2 &= e_2'X = e_{12}X_1 + e_{22}X_2 + \dots + e_{p2}X_p \\ &\vdots \\ Y_p &= e_p'X = e_{1p}X_1 + e_{2p}X_2 + \dots + e_{pp}X_p \end{aligned} \quad (4)$$

Com a variância da combinação linear i definida pela multiplicação de seu autovetor transposto pela matriz de covariância e multiplicado por seu autovetor, matematicamente tem-se:

$$\text{Var}(Y_i) = \underline{e}_i' \Sigma \underline{e}_i = \lambda_i \quad i = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

E com a covariância da combinação linear i em relação à combinação linear k definida pela multiplicação do autovetor da combinação linear i transposto pela matriz de covariância e multiplicado pelo autovetor da combinação linear k , matematicamente tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(Y_i, Y_k) &= \underline{e}_i' \Sigma \underline{e}_k \quad \forall i, k = 1, 2, \dots, p \\ \text{Cov}(Y_i, Y_k) &= 0 \quad \forall i \neq k \end{aligned} \quad (6)$$

2.5.1.1 Autovalores

Johnson (1998, p. 78) define os autovalores, também denominados raízes características ou latentes, da matriz de covariância como as raízes do polinômio $|\Sigma - \lambda I| = 0$. Quando expandido, este determinante pode ser reescrito por $c_1\lambda^p + c_2\lambda^{p-1} + \dots + c_p\lambda + c_{p+1} = 0$, ou seja, um polinômio em função de λ com grau p .

É importante ressaltar que os autovalores da matriz de covariância serão sempre números reais, o que se deve ao fato de a matriz de covariância Σ ser simétrica. Consequentemente, os autovalores podem ser ordenados decrescentemente com $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ (JOHNSON, 1998, p. 79).

2.5.1.2 Estimação dos Componentes Principais por meio das Variáveis Padronizadas

Johnson e Wichern (2007, p. 436-439) descrevem que os componentes principais podem ser obtidos a partir das variáveis padronizadas:

$$\begin{aligned} Z_1 &= \frac{X_1 - \mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \\ Z_2 &= \frac{X_2 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \\ &\vdots \\ Z_p &= \frac{X_p - \mu_p}{\sqrt{\sigma_{pp}}} \end{aligned} \quad (7)$$

Estas, por sua vez, matricialmente correspondem a $Z = (V^{1/2})^{-1}(\underline{X} - \underline{\mu})$. Mais especificamente, esses componentes principais são obtidos através dos autovalores e autovetores da matriz de correlação ρ da variável X . Assim sendo, tem-se que a i -ésima componente principal das variáveis padronizadas $Z' = [Z_1, Z_2, \dots, Z_p]$, com $E(Z) = 0$ e $\text{Cov}(Z) = (V^{1/2})^{-1}\Sigma(V^{1/2})^{-1} = \rho$, é:

$$Y_i = \underline{e}_i'Z = \underline{e}_i'(V^{1/2})^{-1}(\underline{X} - \underline{\mu}), i = 1, 2, \dots, p \quad (8)$$

Mais do que isto, tem-se que

$$\sum_{i=1}^p \text{Var}(Y_i) = \sum_{i=1}^p \text{Var}(Z_i) = p \quad (9)$$

e

$$\rho_{Y_i, Z_k} = \sqrt{\lambda_i} e_{ik}, \quad i, k = 1, 2, \dots, p \quad (10)$$

ressaltando-se que $(\lambda_1, \underline{e}_1), (\lambda_2, \underline{e}_2), \dots, (\lambda_p, \underline{e}_p)$ são os pares de autovalores e autovetores para ρ com $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Ferreira (2011, p. 416) define os autovetores como o sentido da rotação dos eixos coordenados definidos pelas variáveis originais, ou seja, representam a matriz de pesos dos componentes principais.

2.5.1.3 Eliminação de Variáveis

Mardia, Kent e Bibby (1979, p. 243) explicam que, em uma Análise de Componentes Principais, uma componente com autovalor pequeno tem uma menor importância e, conseqüentemente, a variável que domina o autovetor correspondente deve ser a de menor importância ou redundante.

Mardia, Kent e Bibby (1979, p. 242) exemplificam este método didaticamente, supondo a realização de uma Análise de Componentes Principais de determinada matriz de correlação. Considerando-se todas as p variáveis, assumindo-se que k variáveis serão mantidas e $p - k$ variáveis serão eliminadas, então elimina-se a variável com o maior coeficiente (valor absoluto) do autovetor correspondente ao menor autovalor; em seguida, o autovetor associado ao próximo menor autovalor é tomado – e assim sucessivamente, até restarem $p - k$ autovetores. Em suma, são descartadas as variáveis que possuem os maiores coeficientes, em valores absolutos, nos últimos componentes principais, as quais são menos importantes e que não foram previamente descartadas.

Joffille (1972, 1973) comparou métodos de eliminação de variáveis, com dados primeiramente artificiais e, posteriormente, reais. A implicação mais notória está na discussão a respeito dos dados reais, a qual sugere como razoável que,

pelo método de eliminação dos componentes principais, ao menos quatro variáveis serão mantidas em qualquer análise.

2.5.2 Análise Fatorial Exploratória

Mardia, Kent e Bibby (1979, p. 255), Kendall (1980, p. 47), Johnson (1998, p. 148) e Johnson e Wichern (2007, p. 481) vislumbram no artigo de Charles Spearman, datado de 1904, o primórdio da AFE, no qual foi observado um efeito sistemático na matriz de correlação entre as notas de alunos em seis distintas disciplinas, o que seria possível interpretar como uma “medida de inteligência”.

Chaves Neto (2005, p. 26) ressalta que a correlação entre as variáveis de um estudo – *e. g.*, sabor e aroma – na avaliação de um produto alimentício sugere um “fator fundamental”, não observável diretamente – *e. g.*, o paladar.

Hair *et al.* (2009, p. 589) distinguem a Análise Fatorial Confirmatória (AFC) como uma vertente da Análise Fatorial, sendo ambas semelhantes em alguns aspectos, mas filosoficamente distintas. A AFC é aplicada aos estudos com alto conhecimento *a priori* das variáveis e de seus comportamentos, ou seja, o pesquisador deve designar os construtos e os fatores da AFC, antes que quaisquer resultados sejam obtidos.

Johnson (1998, p. 147, 180) identifica dois objetivos básicos da Análise Fatorial Exploratória: o primeiro é determinar se p variáveis respostas possuem padrões de relacionamento umas com as outras, de forma que possam ser divididas em m subconjuntos, cujas variáveis tendam a ser mais relacionadas com outras variáveis do mesmo subconjunto do que com as demais; o segundo objetivo é criar um novo conjunto de variáveis não correlacionadas, ou seja, reduzir um vasto número de variáveis respostas para um número menor de variáveis não correlacionadas, das quais espera-se melhor interpretação dos dados originais.

Johnson e Wichern (2007, p. 481) destacam que a essência da AFE é descrever, se possível, as relações das covariâncias de muitas variáveis em termos de poucas quantidades aleatórias subjacentes, mas não observáveis, conhecidas como “fatores”.

McNeil (2005, p. 103-104) formaliza o modelo fatorial como o da composição de um vetor, com dimensão \mathbf{d} , de constantes, adicionado ao produto da matriz, com dimensão $\mathbf{d} \times \mathbf{p}$, das cargas fatoriais com vetor aleatório, com dimensão \mathbf{p} , dos fatores comuns – vetor este que possui $\mathbf{p} < \mathbf{d}$ elementos e cuja matriz de covariância é definida positivamente; por fim, é adicionado a um vetor aleatório, com dimensão \mathbf{d} , dos erros dos termos característicos, que são não correlacionados e possuem média zero. Além disso, o modelo fatorial é condicionado ao fato de a covariância do vetor dos fatores comuns com o vetor dos erros dos termos característicos ser igual a zero.

2.5.2.1 Modelo Fatorial Ortogonal

Ferreira (2011, p. 490) pontua que o modelo fatorial pode representar cada variável original por meio de uma função linear de variáveis não observáveis (fatores comuns), que são responsáveis pela explicação das variâncias e covariâncias dos dados, além de um único erro (fator específico), incumbido de explicar a variância das variáveis originais consideradas no modelo.

Antes de formalizar este modelo, Johnson e Wichern (2007, p. 482-483) observam algumas pressuposições sobre os vetores de fatores comuns e de erros, respectivamente $\underline{\mathbf{F}}$ e $\underline{\boldsymbol{\varepsilon}}$.

Primeiramente, no que tange aos fatores comuns, $E[\underline{\mathbf{F}}] = \underline{\mathbf{0}}$, ou seja, a média dos fatores comuns de todas as funções lineares é nula, implicando que $\text{Cov}[\underline{\mathbf{F}}] = E[\underline{\mathbf{F}}\underline{\mathbf{F}}'] = \mathbf{I}$, *i. e.*, a covariância dos fatores comuns é uma matriz identidade – em outras palavras, os fatores são não correlacionados entre si e possuem variâncias unitárias.

Segundo, no que se refere aos erros, $E[\underline{\boldsymbol{\varepsilon}}] = \underline{\mathbf{0}}$, ou seja, os fatores específicos possuem valor médio nulo, o que implica que $\text{Cov}[\underline{\boldsymbol{\varepsilon}}] = E[\underline{\boldsymbol{\varepsilon}}\underline{\boldsymbol{\varepsilon}}'] = \Psi$, escrevendo-se a matriz de covariância dos erros da seguinte forma:

$$\Psi = \begin{bmatrix} \Psi_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \Psi_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \Psi_p \end{bmatrix}$$

Como a covariância entre dois erros distintos é nula, ou seja, $\text{Cov}[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0$ para todo $i \neq j$, implica que os fatores específicos, assim como os fatores comuns, são não correlacionados entre si. Entretanto, diferentemente dos fatores comuns, os específicos não possuem variância constante.

Por último, assume-se que os vetores \underline{F} e $\underline{\varepsilon}$ são independentes, portanto, a matriz de covariância entre tais fatores é uma matriz nula. Matematicamente, tem-se que $\text{Cov}[\underline{\varepsilon}, \underline{F}] = E[\underline{\varepsilon} \underline{F}'] = 0$; com isto, os vetores $\underline{\varepsilon}$ e \underline{F} representam duas distintas fontes de variação das variáveis padronizadas Z_i , não existindo qualquer correlação entre ambas.

Uma vez assumidas estas pressuposições, Johnson e Wichern (2007, p. 483) definem o modelo fatorial ortogonal com m fatores comuns, por meio da seguinte equação:

$$X_{px1} = \mu_{px1} + L_{pxm} F_{mx1} + \varepsilon_{px1} \quad (11)$$

onde:

μ_i é a média da variável i

ε_i é o i -ésimo fator específico

F_j é o j -ésimo fator comum

l_{ij} é o carregamento da i -ésima variável do j -ésimo fator comum

Ferreira (2011, p. 491) demonstra que, a partir da covariância das combinações lineares X , pode-se deduzir a expressão da matriz de covariância Σ , pelo Teorema da Decomposição Espectral, da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X) = \Sigma &= E(X - \mu)(X - \mu)' = E(LF + \varepsilon)(LF + \varepsilon)' \\ &= E(LFF'L') + E(LF\varepsilon') + E(\varepsilon F'L') + E(\varepsilon\varepsilon') \\ &= L[E(FF')]L' + L[E(F\varepsilon')] + [E(\varepsilon F')]L' + \Psi \\ &= LL_mL' + L0_{m \times p} + 0_{p \times m}L' + \Psi \\ &= LL' + \Psi \end{aligned} \quad (12)$$

Como exemplos de utilização deste modelo, Lira (2008) avaliou os efeitos do erro amostral nas estimativas dos parâmetros deste modelo fatorial ortogonal, a partir de dados gerados pelo método de simulação Monte Carlo; Silva (2005), por sua vez, valeu-se deste modelo fatorial ortogonal para avaliar o nível de qualidade dos serviços de entrega em domicílio de uma farmácia.

2.5.2.2 Estimação dos Parâmetros da Análise Fatorial – Método dos Componentes Principais

O Método dos Componentes Principais é o mais popular para estimar os parâmetros da Análise Fatorial, ou seja, as matrizes de Carregamento dos Fatores (L) e de Covariância dos Erros (Ψ). Apesar de tal popularidade, o melhor método para solucionar as equações da Análise Fatorial é, na verdade, desconhecido (JOHNSON, 1998, p. 157-158).

Apesar de gerar um certo conflito quanto à Análise de Componentes Principais, a nomenclatura deste método é justificada pela utilização das matrizes de autovalores e autovetores de Σ para determinar as cargas fatoriais (FERREIRA, 2011, p. 498).

Conforme Johnson e Wichern (2007, p. 61, 488), por meio da decomposição espectral da matriz de covariância Σ , a qual é simétrica, com autovalores e autovetores definidos por (λ_i, e_i) , tem-se:

$$\begin{aligned} \Sigma &= \lambda_1 e_1 e_1' + \lambda_2 e_2 e_2' + \dots + \lambda_p e_p e_p' \\ &= \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} e_1 & \sqrt{\lambda_2} e_2 & \dots & \sqrt{\lambda_p} e_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} e_1 \\ \sqrt{\lambda_2} e_2 \\ \vdots \\ \sqrt{\lambda_p} e_p \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (13)$$

Johnson e Wichern (2007, p. 488) ainda retratam que a equação (13) se alinha com a estrutura de variância para o modelo de análise fatorial com número de fatores (m) igual ao número de variáveis (p) e com variâncias específicas nulas, ou seja, $\psi_i = 0 \forall i$. Com isto, pode-se reescrever a equação (13) da seguinte forma:

$$\Sigma_{p \times p} = L_{p \times p} L'_{p \times p} + 0_{p \times p} = LL' \quad (14)$$

Entretanto, Johnson e Wichern (2007, p. 488) e Ferreira (2011, p. 499) criticam essa equação por não ser adequada, uma vez que o modelo perde sua praticidade e sua parcimônia; ademais, os fatores comuns tornam-se responsáveis

por explicar toda a variabilidade do modelo. Contudo, este problema pode ser contornado quando se admite, na matriz de covariância Σ , uma quantidade menor de fatores do que de variáveis, ou seja, quando $m < p$, negligenciando-se os $m - p$ fatores comuns que pouco contribuem para a explicação da matriz de covariância. Logo, a equação (13) pode ser adaptada aos m fatores comuns de acordo com a equação (15).

$$\begin{aligned}\Sigma &= \lambda_1 e_1 e_1' + \lambda_2 e_2 e_2' + \dots + \lambda_m e_m e_m' \\ &= [\sqrt{\lambda_1} e_1 \quad \sqrt{\lambda_2} e_2 \quad \dots \quad \sqrt{\lambda_m} e_m] \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} e_1' \\ \sqrt{\lambda_2} e_2' \\ \vdots \\ \sqrt{\lambda_m} e_m' \end{bmatrix} \\ &= L_{p \times m} L_{m \times p}'\end{aligned}\quad (15)$$

Com isto, Johnson e Wichern (2007, p. 490) descrevem que a estimação da matriz de carregamento dos m fatores e a estimação da matriz das variâncias específicas são dadas pelas equações (16) e (17), respectivamente.

$$\tilde{L} = \begin{bmatrix} \sqrt{\hat{\lambda}_1} \hat{e}_1 & \sqrt{\hat{\lambda}_2} \hat{e}_2 & \dots & \sqrt{\hat{\lambda}_m} \hat{e}_m \end{bmatrix}\quad (16)$$

onde:

$\hat{\lambda}_i$ são os autovalores estimados

\hat{e}_i são os autovetores estimados

$$\tilde{\Psi} = \begin{bmatrix} \tilde{\Psi}_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \tilde{\Psi}_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \tilde{\Psi}_p \end{bmatrix}, \text{ com}\quad (17)$$

$$\tilde{\Psi}_i = s_{ii} - \sum_{j=1}^m \tilde{l}_{ij}^2$$

onde:

s_{ii} é a estimativa da variância da i -ésima variável

\tilde{l}_{ij} é o carregamento da i -ésima variável associada ao j -ésimo fator comum

2.5.2.3 Número de Fatores Finais

Ferreira (2011, p. 452) menciona a necessidade de se utilizar um modelo reduzido para explicar, satisfatoriamente, a variação total contida nas variáveis originais. Essa decisão deve considerar o equilíbrio entre um modelo parcimonioso e a variação que ele retém. Para tanto, deve-se decidir quantos fatores serão retidos para que este equilíbrio seja alcançado e, simultaneamente, o modelo escolhido possa sumarizar efetivamente a informação contida nos dados originais.

Os critérios aplicados para a determinação da quantidade de fatores a serem utilizados nas análises serão explanados a seguir.

2.5.2.3.1 Critério da Raiz Latente

Conforme Hair *et al.* (2009, p. 114), esta é a técnica mais comumente usada, pois é de simples aplicação tanto na ACP quanto na AFE. Seu mecanismo pressupõe que qualquer fator individual, se mantido para interpretação, deve explicar a variância de pelo menos uma variável. Com a ACP, cada variável contribui com um valor 1 do autovalor total. Logo, apenas os fatores que têm raízes latentes maiores que 1 são considerados significantes; todos os fatores com raízes características menores que 1, por sua vez, são considerados insignificantes e descartados. Usar tal critério para estabelecer um corte é mais confiável quando o número de variáveis está entre 20 e 50. Se o número de variáveis é inferior a 20, esse método tende a extrair um número pequeno de fatores, ao passo que, quando mais de 50 variáveis estão envolvidas, não é raro que muitos fatores sejam extraídos.

Jolliffe (1972, p. 171) recomenda $\lambda_0 = 0,7$, ou seja, que a quantidade de fatores remanescentes seja igual à quantidade de autovalores maiores ou iguais a 0,7, valor avaliado a partir de vários exemplos numéricos aplicados em dados artificiais.

2.5.2.3.2 Critério *a Priori*

De acordo com Hair *et al.* (2009, p. 114), neste critério, o pesquisador já sabe quantos fatores extrair antes de empreender a AF. É útil para testar uma teoria ou hipótese sobre o número de fatores a serem extraídos. Também pode ser justificado na tentativa de repetir o trabalho de outro pesquisador e extrair o mesmo número de fatores anteriormente encontrados.

2.5.2.3.3 Critério de Percentagem da Variância

Segundo Hair *et al.* (2009, p. 114), este critério baseia-se na conquista de um percentual cumulativo especificado da variância total extraída por fatores sucessivos. O objetivo é garantir significância prática para os fatores determinados, assegurando que expliquem pelo menos um montante especificado da variância. Nenhuma base absoluta foi adotada para todas as aplicações. No entanto, em ciências naturais, o procedimento de obtenção de fatores geralmente não deveria ser parado até os fatores extraídos explicarem ao menos 95% da variância ou até o último fator explicar apenas uma pequena parcela. Em contraste, em ciências sociais, caso em que as informações costumam ser menos precisas, não é raro considerar uma solução que explique 60% da variância total (e, em alguns casos, até menos) como satisfatória.

2.5.2.3.4 Critério do Teste Scree

Cattell (1966, p. 250-253) aponta que este critério, analisado graficamente, é usado para identificar o número ótimo de fatores que podem ser extraídos antes que a quantia de variância única comece a dominar a estrutura de variância comum. Para tanto, o gráfico das raízes latentes é plotado em relação ao número de fatores em sua ordem de extração e a forma da curva resultante é usada para avaliar o ponto de corte, o qual é encontrado quando a curva tende a uma reta horizontal, indicando uma grande proporção de variância única deste ponto em diante.

2.5.2.4 Rotação Fatorial

De acordo com Hair *et al.* (2009, p. 116), as soluções fatoriais não rotacionadas fornecerão informações que, na maioria dos casos, desfavorecem interpretações mais adequadas das variáveis examinadas. Para tanto, a rotação de fatores é visa atingir soluções mais simples e teoricamente mais significativas, destacando ainda esta técnica como a mais importante na interpretação de fatores.

Hair *et al.* (2009, p. 116) observam também que a rotação de fatores significa, em termos práticos, realizar o que o nome da técnica sugere, *i. e.* rotacionar os eixos de referência dos fatores em torno da origem, com o intuito de obter um padrão fatorial mais simples e teoricamente mais significativo.

2.5.2.4.1 Método Quartimax

Busca a simplificação das linhas de uma matriz fatorial, rotacionando o fator inicial e lhe atribuindo altas cargas – correlação entre as variáveis originais e os fatores –, conseqüentemente minimizando as cargas nos demais fatores. Não se tem mostrado satisfatório, pois, geralmente, engloba a maioria das variáveis, não impetrando o fundamento básico da rotação (HAIR *et al.*, 2009, p. 117).

Thompson *et al.* (2012, p. 1196) aplicaram a rotação Quartimax para facilitar a interpretação dos três fatores determinantes da depressão infantil em pacientes com inflamação intestinal.

2.5.2.4.2 Método Varimax

Mardia, Kent e Bibby (1979, p. 269) asseveram que o raciocínio deste método é fornecer eixos com alguns carregamentos (pesos) fatoriais grandes e os

demais carregamentos o mais próximo possível de zero. Esta rotação pode ser descrita matricialmente pela equação

$$L_{p \times k}^* = L_{p \times k} T_{k \times k} \quad (18)$$

onde:

L é a matriz não rotacionada dos carregamentos fatoriais

T é uma matriz ortogonal de rotação

Este método tende a simplificar as colunas da matriz fatorial, buscando, para uma máxima simplificação, apenas valores unitários ou nulos em uma coluna qualquer, maximizando assim a soma de variâncias de cargas exigida da matriz fatorial, expressa pela equação (19). Com isto, as correlações variável-fator se aproximam de +1 ou -1, indicando associação, positiva ou negativa, entre a variável e o fator – ou ainda próximas de zero, sinalizando total falta de associação (HAIR *et al.*, 2009, p. 118).

$$V = \frac{1}{p^2} \sum_{q=1}^m \left[p \sum_{j=1}^p \frac{b_{jq}^4}{h_j^4} - \left(\sum_{j=1}^p \frac{b_{jq}^2}{h_j^2} \right)^2 \right] \quad (19)$$

Analogamente, Johnson e Wichern (2007, p. 506), inferem que maximizar V equivale a espalhar as cargas fatoriais tanto quanto possível em cada fator, esperando formar grupos com coeficientes grandes e grupos com coeficientes de valores módicos em cada coluna da matriz rotacionada – facilitando, conseqüentemente, a interpretação das variáveis associadas a estes coeficientes agrupados.

Chaves Neto (2005, p. 48) didaticamente ilustra esta rotação para $m = 2$, tomando os pares de carregamentos $[\hat{e}_{i1}, \hat{e}_{i2}]$, $i = 1, 2, \dots, p$ a serem rotacionados pelo ângulo θ , no sentido horário. Logo, os carregamentos fatoriais rotacionados \hat{e}_{ij}^* são obtidos por meio da equação $\hat{L}^* = \hat{L}T$, para $T = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$.

Johnson (1998, p. 174) descreve que as comunalidades não são mudadas devido à rotação, permanecendo constantes. Toda rotação ortogonal possui esta propriedade, isto é, rotações ortogonais das matrizes de cargas fatoriais não afetam as comunalidades das variáveis respostas. Portanto, rotações ortogonais não afetam, especificamente, as variâncias das variáveis.

Johnson e Wichern (2007, p. 506) complementam esta linha de raciocínio explicando que as comunalidades não sofrem modificação pelo fato de que são os elementos da diagonal da matriz $\hat{L}\hat{L}' = \hat{L}T T' \hat{L}' = \hat{L}^* \hat{L}^{*'}.$

Nos experimentos de Kaiser (1970) e Kaiser (1974), é assinalado que a rotação Varimax tende a ser menos volátil do que as rotações pelo método Quartimax, quando analisados diferentes subconjuntos de variáveis.

Sousa *et al.* (2010) aplicaram a rotação Varimax para melhor interpretar os três fatores extraídos da análise fatorial exploratória. Analogamente, Newton *et al.* (2010) valeram-se desta rotação, pois as dimensões originais implicaram a ortogonalidade dos fatores.

2.5.2.4.3 Método Equimax

Método pouco utilizado, o qual consiste em simplificar linhas e colunas simultaneamente (HAIR *et al.*, 2009, p. 118).

Cicero, Kerns e McCarthy (2010, p. 690) escolheram a rotação Equimax, alternativamente a outras rotações ortogonais, pois esperavam que os fatores tivessem um grau moderado de correlação entre si.

Já Kaur e Arora (2012), em seu estudo sobre disfunções cardíacas, utilizaram a análise fatorial exploratória, comparando as rotações Varimax, Quartimax e Equimax aplicadas em três métodos de classificação. Para as três classificações, a rotação Equimax apresentou os melhores resultados de precisão na classificação dos indivíduos.

2.5.2.5 Escores Fatoriais

Hair *et al.* (2009, p. 127) conceituam o escore fatorial como a ponderação da carga fatorial de cada unidade experimental em relação ao grupo de unidades experimentais das cargas fatoriais de um fator.

Para o caso em que os fatores forem usados em análises estatísticas posteriores, é necessário atribuir um valor ou escore para cada uma das novas variáveis e para cada unidade experimental do conjunto de dados (JOHNSON, 1998, p. 180).

O escore fatorial é calculado com base nas cargas fatoriais de todas as variáveis do fator; conseqüentemente, apesar de ser possível caracterizar um fator pelas variáveis com as maiores cargas, as cargas das demais variáveis, embora menores, são significativas e devem ser consideradas como atuantes no computo final do escore fatorial (HAIR *et al.*, 2009, p. 127).

Kendall (1980, p. 59) cita duas propostas para a estimação dos escores fatoriais: a primeira considera que eles podem ser preditos através de uma regressão em relação às variáveis originais; já a segunda os estima minimizando a soma de quadrados dos resíduos padronizados. Ambas foram desenvolvidas, respectivamente, por Thomson (1939) e Bartlett (1948).

Johnson e Wichern (2007, p. 515) descrevem outra abordagem para a estimação dos escores fatoriais, a qual envolve a estimação da matriz de carregamento fatorial por meio da ACP; assim, os escores fatoriais podem ser estimados pela seguinte equação:

$$(L'L)^{-1}L'z_i \quad (20)$$

onde:

L representa a matriz de carregamento dos fatores

L' representa a matriz de carregamento dos fatores transposta

z_i representa os dados originais padronizados

Hair *et al.* (2009, p. 127) qualificam a dificuldade da repetição em estudos como uma desvantagem dos escores, pois são baseados na matriz fatorial, que é determinada separadamente em cada estudo.

2.5.2.5.1 Escore Bruto

Soares (1999), Lemos (2000) e Rossato (2006) utilizaram os escores fatoriais brutos preditos para criar índices com o intuito de ranquear as respectivas unidades experimentais. Tal índice, apresentado nos estudos supracitados, é dado, genericamente, pela razão ponderada dos escores fatoriais.

$$f_i = \frac{\sum_{j=1}^m \lambda_j f_{ij}}{\sum_{j=1}^m \lambda_j}, i = 1, 2, \dots, n \quad (21)$$

onde:

f_i representa o escore fatorial bruto da i -ésima unidade experimental

λ_j representa a porcentagem da variância total explicada pelo j -ésimo fator comum

f_{ij} representa o j -ésimo escore fatorial para a i -ésima unidade experimental

2.5.2.5.2 Escore Padronizado

Soares (1999), Lemos (2000) e Rossato (2006) padronizaram os escores fatoriais brutos preditos para, além de ranquear as unidades experimentais, facilitar as interpretações dos mesmos. Este índice é dado pela razão entre a diferença do escore fatorial bruto da i -ésima unidade experimental e o escore fatorial bruto mínimo e a diferença do escore fatorial bruto máximo e o escore fatorial bruto mínimo.

$$fp_i = \frac{f_i - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (22)$$

onde:

fp_i representa o escore fatorial padronizado da i -ésima unidade experimental

f_i representa o escore fatorial da i -ésima unidade experimental

f_{\min} representa o escore fatorial mínimo

f_{\max} representa o escore fatorial máximo

2.5.3 Análise de Agrupamentos

Diferentemente da AFE, que agrega variáveis, a análise de agrupamentos agrega objetos, com base em suas características. Trata-se de uma técnica estatística aplicada em diversas áreas, como psicologia, biologia, sociologia, economia, engenharia e administração (HAIR *et al.*, 2009, p. 430).

2.5.3.1 Medidas de Similaridade

A similaridade entre objetos é uma medida de semelhança entre os objetos a serem agrupados. Para mensurá-la, são utilizadas distâncias, sendo que, quanto menor a distância, maior a similaridade (HAIR *et al.*, 2009, p. 440).

A seguir, serão listadas quatro principais distâncias de similaridade.

2.5.3.1.1 Distância Euclidiana

É a medida mais comumente reconhecida, muitas vezes chamada de “distância em linha reta”. É o comprimento da hipotenusa de um triângulo retângulo, facilmente generalizado para mais de duas variáveis (HAIR *et al.*, 2009, p. 442).

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2} \quad (23)$$

2.5.3.1.2 Distância de Manhattan (*city-block*)

É baseada na soma das diferenças absolutas das variáveis, *i. e.*, nos catetos do triângulo retângulo ao invés da hipotenusa. Apesar de seu cálculo ser mais simples do que o da distância euclidiana, este procedimento pode, no caso de as variáveis serem correlacionadas, gerar agrupamentos inválidos (HAIR *et al.*, 2009, p. 442).

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^p |x_i - y_i| \quad (24)$$

2.5.3.1.3 Distância de Chebyshev

Toma a maior distância ao longo de todas as variáveis de agrupamento (HAIR *et al.*, 2009, p. 442).

$$d(x, y) = \max(|\underline{x} - \underline{y}|) \quad (25)$$

2.5.3.1.4 Distância de Mahalanobis

Explica as correlações entre variáveis de tal maneira que pondera igualmente cada uma delas (HAIR *et al.*, 2009, p. 442).

$$d(x, y) = \sqrt{(\underline{x} - \underline{y})^T \Sigma^{-1} (\underline{x} - \underline{y})} \quad (26)$$

2.5.3.2 Procedimentos de Partição

Conjunto de regras, ou algoritmo, mais apropriado para agrupar objetos semelhantes (HAIR *et al.*, 2009, p. 447).

2.5.3.2.1 Procedimentos Hierárquicos Aglomerativos

Ferreira (2011, p. 378-379) salienta que todos os métodos hierárquicos buscam o par de objetos (ou grupos) de distância mínima para formar um grupo.

Everitt (1993, p. 57) igualmente cita que, a cada estágio de ligação, os métodos hierárquicos aglomerativos unem os indivíduos ou grupos que estão mais próximos ou que são mais similares entre si.

Em geral, dois grupos são aglomerados monotonicamente, *i. e.*, em um ponto de junção maior do que o anterior. Os métodos de ligação simples, completa e média, além do Método de Ward, são monotônicos (FERREIRA, 2011, p. 399-400).

Os algoritmos aglomerativos têm por princípio agrupar todos os elementos – que, num momento inicial, são seu próprio agrupamento, tendo esta combinação inicial dos elementos com n elementos menos um grau de liberdade (HAIR *et al.*, 2009, p. 449).

Já Sharma (1996, p. 211) menciona que as características de não requisitar previamente a quantidade final de agrupamentos e por quais elementos estes iniciarão são as principais vantagens dos procedimentos hierárquicos em relação aos não-hierárquicos.

A seguir, serão listados cinco principais procedimentos de partição hierárquico aglomerativos.

a) Ligação Simples

Conhecido como “método do vizinho mais próximo”, agrupa primeiramente os elementos com menores distâncias, entre si, dentre todos os objetos em cada grupo (HAIR *et al.*, 2009, p. 449).

A distância entre dois grupos é representada pela distância mínima entre todas as possíveis combinações de dois elementos de ambos (SHARMA, 1996, p. 191).

Ferreira (2011, p. 374-376) postula que a ligação simples de dois grupos ou elementos é expressa pela equação (27).

$$\min(d_{rs}) \forall r = 1, 2, \dots, n; s = 1, 2, \dots, n; r \neq s \quad (27)$$

A FIGURA 4 ilustra como a distância entre dois agrupamentos é definida pelo método da ligação simples.

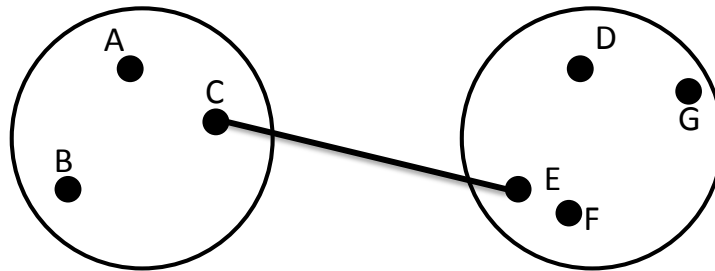


FIGURA 4 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DA LIGAÇÃO SIMPLES
FONTE: FERREIRA (2011, p. 374)

b) Ligação Completa

Conhecido como “método do vizinho mais distante” ou, ainda, “método do diâmetro”, agrupa os elementos com base na distância máxima entre observações em cada grupo (HAIR *et al.*, 2009, p. 450).

Ferreira (2011, p. 374, 379) define que a ligação completa de dois grupos ou elementos é dada pela equação (28).

$$\max(d_{rs}) \forall r = 1, 2, \dots, n; s = 1, 2, \dots, n; r \neq s \quad (28)$$

A FIGURA 5 ilustra como a distância entre dois agrupamentos é definida pelo método da ligação completa.

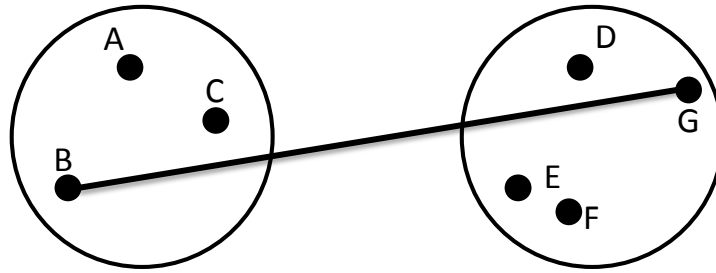


FIGURA 5 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DA LIGAÇÃO COMPLETA

FONTE: FERREIRA (2011, p. 374)

c) Ligação Média (UPGMA)

Ferreira (2011, p. 373-374) cita que este procedimento hierárquico considera a distância entre dois grupos como a média aritmética das distâncias entre os elementos de ambos. Este método também é conhecido por Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) ou Unweighted Pair Group Average.

Everitt (1993, p. 61) corrobora explanando que, neste procedimento, a distância entre os dois grupos é definida pela média das distâncias entre todos os pares de elementos, as quais são constituídas por meio da ligação de dois elementos, um de cada grupo.

Portanto, tem-se que o método da ligação média agrupa dois conjuntos com base na maior similaridade média de todos os indivíduos de um agrupamento em relação à similaridade média de todos os indivíduos do outro agrupamento. Este algoritmo não se baseia em um único par de membros extremos, mas em todos os elementos dos agregados. Com isto, o procedimento tende a gerar agrupamentos com variâncias homogêneas (HAIR *et al.*, 2009, p. 451).

Romesburg (1990, p. 128) pontua que a ligação média entre os grupos x e y , com m e n elementos, respectivamente, é expressa pela equação (29).

$$d(x,y) = \frac{1}{m+n} \sum_{r=1}^m \sum_{s=1}^n d_{rs} \quad (29)$$

A FIGURA 6 ilustra como a distância entre dois agrupamentos é definida a partir do método da ligação média.

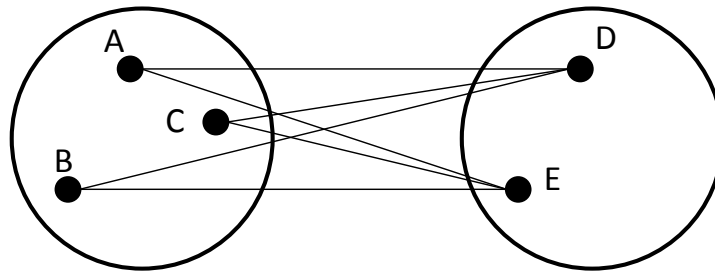


FIGURA 6 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DA LIGAÇÃO MÉDIA
 FONTE: FERREIRA (2011, p. 374)

d) Método do Centroide

Por “centroide”, entende-se o valor médio das observações de um determinado grupo; portanto, quando um elemento é agregado ao conjunto, naturalmente espera-se que este valor seja modificado. Esse método liga os grupos baseado pela distância entre seus centroides, ou seja, liga aqueles cujos centroides apresentam a menor distância entre si (HAIR *et al.*, 2009, p. 451-452).

Ferreira (2011, p. 386) define a equação (30), para elementos com p variáveis, como a distância entre os grupos x e y , considerando o método do centroide e tomando como medida de similaridade a distância euclidiana, a diferença entre os vetores das médias.

$$d(x,y) = \sum_{i=1}^p \bar{x}_i - \bar{y}_i \quad (30)$$

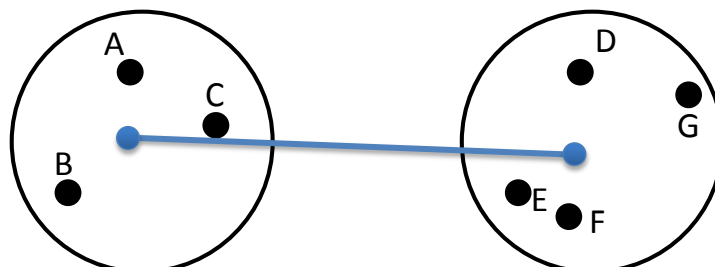


FIGURA 7 - DISTÂNCIA ENTRE DOIS AGRUPAMENTOS PELO MÉTODO DO CENTROIDE
 FONTE: FERREIRA (2011, p. 374)

e) Método de Ward

Diferentemente dos demais métodos de agregação, o Método de Ward não é fundamentado numa única medida de similaridade, mas na soma dos quadrados dentro dos agrupamentos. Tem por objetivo minimizar esta soma interna de quadrados dos agrupamentos disjuntos, produzindo agrupamentos com, aproximadamente, o mesmo tamanho (HAIR *et al.*, 2009, p. 452).

Este procedimento de agrupamento é baseado na premissa de que a maior quantidade de informação, indicada por uma função objetivo, está disponível quando os n elementos analisados não estão agrupados. Estes n membros, apesar de conterem apenas um elemento, serão a origem dos k grupos ou subconjuntos. Assim, o processo de agrupamento começa com $k = n$ subconjuntos, devendo-se primeiramente selecionar dois desses k subconjuntos que, quando unidos, produzam um detrimento mínimo ao valor ótimo da função objetivo. Em seguida, os $n - 1$ grupos restantes são examinados, com o intuito de garantir o valor mínimo da função objetivo para $n - 2$ grupos, para determinar se um terceiro elemento seria agregado ao primeiro par ou outro grupo seria gerado. Pode-se continuar, se desejável, com esse procedimento até que todos os n elementos da matriz original sejam agrupados. Trata-se de um agrupamento hierárquico, pois o número de agrupamentos é reduzido sistematicamente ($n, n - 1, \dots, 1$) (WARD, 1963, p. 238).

Everitt (1993, p. 66) expressa a perda de informação – ou seja, a soma dos quadrados dos erros (SQE) – proposta por Ward dentro de um grupo para o caso de dados univariados por meio da equação abaixo:

$$SQE_k = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (31)$$

onde:

x_i é o valor do i -ésimo indivíduo associado ao k -ésimo grupo

\bar{x} é o valor médio do k -ésimo grupo

n é a quantidade de objetos associados ao grupo k

Ward (1963, p. 237) ainda pondera a situação em que o interesse do pesquisador não seja agrupar todos os elementos, mas gerar um quantidade de

grupos $k > 1$. Neste caso, a SQE destes agrupamentos pode ser avaliada pela soma das SQE dos k grupos, a qual terá valor mínimo. A função objetivo – cujo valor será mínimo – para a execução do método de agrupamento proposto, aplicado aos m grupos, é definida por:

$$SQE = \sum_{k=1}^m SQE_k \quad (32)$$

2.5.3.2.2 Procedimentos Não Hierárquicos

Os Métodos Não Hierárquicos, conhecidos também como Agrupamentos de K-médias, necessitam inicialmente de que o número de agrupamentos seja indicado, bem como a especificação dos pontos sementes e da designação de cada observação à semente; só então, os objetos serão designados aos agrupamentos (HAIR *et al.*, 2009, p. 452-453).

a) Seleção de Pontos Sementes

Existem duas maneiras básicas de seleção de pontos sementes: especificada pelo pesquisador ou gerada pela amostra da população. A escolha das sementes impacta diretamente no resultado dos algoritmos de agrupamento, apesar de se esperar mínimas diferenças entre as soluções com distintas sementes (HAIR *et al.*, 2009, p. 452-453).

b) Método da Referência Sequencial

Começa pela seleção de uma semente de agrupamento e inclui todos os objetos dentro de uma distância pré-especificada. Quando todos os objetos dentro

da distância são incluídos, uma segunda semente de agrupamento é selecionada e todos os objetos dentro da distância pré-especificada são incluídos. Em seguida, uma terceira semente é selecionada e o processo continua como anteriormente. Quando um objeto é designado a um agrupamento, não pode ser posteriormente designado a outro (HAIR *et al.*, 2009, p. 453).

c) Método da Referência Paralela

Considera todas as sementes de agrupamento simultaneamente e designa observações dentro da distância de referência até a semente mais próxima. À medida que o processo evolui, as distâncias de referência podem ser ajustadas para incluir menos ou mais observações nos agrupamentos. Além disso, em algumas variantes desse método, observações permanecem não agrupadas se estiverem fora da distância de referência pré-especificada a partir de qualquer semente de agrupamento (HAIR *et al.*, 2009, p. 453).

d) Procedimento de Otimização

Apesar de semelhante aos outros Métodos Não Hierárquicos, este procedimento permite uma nova designação de observações, ou seja, se, no curso da designação de observações, uma delas se torna mais próxima de um agregado que não é o agrupamento no qual ela está alocada no momento, então um procedimento de otimização transfere a observação para o agrupamento mais semelhante (HAIR *et al.*, 2009, p. 453).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção descreve a caracterização e o ambiente da pesquisa, os materiais utilizados, a forma de coleta dos dados e sua aplicação na análise estatística.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho se caracteriza pela forma de abordagem quantitativa, pois, segundo Michel (2009, p. 37-38), a pesquisa quantitativa, por meio de seu caráter objetivo, parte do princípio de que informações e dados serão mais bem compreendidos em forma de números. Este tipo de pesquisa utiliza a quantificação tanto na fase de coleta de informações quanto em sua análise, através de técnicas estatísticas. Sua finalidade é gerar resultados precisos, comprovados pela mensuração de variáveis preestabelecidas, analisando-as a fim de se verificar e explicar suas influências sobre outras variáveis. O pesquisador atua remotamente descrevendo, explicando e predizendo.

Além de quantitativa, esta pesquisa possui, quanto aos objetivos, natureza explicativa – porque, como Vieira (2010, p. 49-50) define, a pesquisa explicativa busca elucidar as causas e apontar as consequências dos fenômenos observados, explicando ainda os mecanismos e processos envolvidos. As conclusões dos trabalhos norteados por este tipo de pesquisa costumam remeter às causas de um problema ou aos efeitos observados como decorrência de certo ato ou fato. O ápice de tal pesquisa, frequentemente, são sugestões para findar ou minimizar seu problema central.

Ademais, este trabalho é elaborado, quanto aos meios, a partir da pesquisa bibliográfica, uma vez que Michel (2009, p. 40-41) explana que se trata de uma forma de pesquisa que, embora não seja a finalidade do trabalho, implica leituras sobre o assunto, auxiliando a entender o problema, e é caracterizada pela busca ao se recorrer a documentos, resposta a dúvidas e preencher uma lacuna de conhecimento, enfim; ademais, procura explicar um problema a partir de referências

teóricas, embasamento e criação de conhecimento básico por meio de documentos publicados. Este meio de pesquisa requer o apontamento de anotações, registros e notas de aulas, itens relacionados ao tema de interesse, de forma a constituir uma memória importante para o registro da redação do trabalho. Também é elaborado por meio da pesquisa documental, pois, como define Máttar (2005, p. 153-154), apesar de as bibliotecas serem o lugar propício para encontrar documentos bibliográficos, carecem de um amplo arquivo de documentos tradicionais que podem ser úteis à pesquisa: documentos não convencionais e semipublicados, produzidos nos âmbitos governamental, acadêmico, comercial e industrial, que não possuem fins comerciais e, portanto, não são normalmente encontrados comercialmente ou nas bibliotecas. Tais documentos podem ser explorados, entre outros locais, nas empresas ou organizações, incluindo ONGs, cujos catálogos, folhetos, brochuras, jornais empresariais e mesmo páginas comerciais da internet contenham dados. Trata-se de uma literatura comercial bastante híbrida e direcionada a públicos heterogêneos – *e. g.*, clientes, fornecedores, funcionários, acionistas, etc.

3.2 CAMPO DA PESQUISA

A amostra a ser estudada é constituída pelos países-membros do G20, devido à representatividade deste grupo – conforme a subseção 1.1 – e à restrição de tempo para a realização do presente trabalho. Os países-membros do G20 estão elencados no QUADRO 4.

MEMBROS DO G20 EM ORDEM ALFABÉTICA
África do Sul
Alemanha
Arábia Saudita
Argentina
Austrália
Brasil
Canadá
China
Coreia do Sul

continua

MEMBROS DO G20 EM ORDEM ALFABÉTICA
Estados Unidos da América
França
Índia
Indonésia
Itália
Japão
México
Reino Unido
Rússia
Turquia
União Europeia

conclusão

QUADRO 4 - MEMBROS DO GRUPO DOS 20
 FONTE: G20 (2012)

3.3 COLETA DOS DADOS

Para melhor figurar as variáveis, correlatas aos membros citados no QUADRO 4, apresenta-se a TABELA 5, que contém as variáveis – e suas respectivas frequências – empregadas pelos estudos analisados na subseção 2.2, ou seja, uma síntese do QUADRO 3.

TABELA 5 - FREQUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NOS ESTUDOS LEVANTADOS

VARIÁVEIS	FREQUÊNCIA
Inflação (Inf)	20
PIB <i>per capita</i> (PIB_pC)	16
Taxa de Crescimento do PIB (%) (C_P)	15
Histórico de Inadimplência (Inad)	14
Desenvolvimento Econômico (DE)	12
Dívida/PIB (Div_P)	9
Balança de Transações Correntes/PIB (BTC_P)	8
Balança de Transações Correntes (BTC)	7
Resultado Fiscal/PIB (ResF_P)	7
Dívida Externa/Exportações (DE_E)	6
Resultado Fiscal (ResF)	6
Taxa de Câmbio Real (TCR)	6
Dívida/Exportações (Div_E)	5
Serviço da Dívida/Exportações (SD_E)	5

continua

TABELA 5 - FREQUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NOS ESTUDOS LEVANTADOS

VARIÁVEIS	FREQUÊNCIA
Crescimento das Exportações (C_EXP)	5
Dívida Externa/PIB (DE_P)	4
Investimento/PIB (Inv_P)	4
Reservas (Res)	4
(Exportações menos Importações)/PIB (E-I_P)	3
Estabilidade Política (EP)	3
Exportações/Importações (Exp_Imp)	3
Exportações/PIB (Exp_P)	3
Reservas/Importações (Res_Imp)	3
Crescimento do Crédito Doméstico (C_CD)	2
Dívida de Curto Prazo/Reservas (DCP_R)	2
Dívida do Governo (Div)	2
Efetividade do Governo (EG)	2
Índice de Corrupção (IC)	2
Poupança Doméstica/PIB (PD_P)	2
Qualidade da Regulação (QR)	2
Receita/PIB (R_P)	2
Reservas/PIB (Res_P)	2
Resultado Primário/PIB (ResP)	2
Serviço da Dívida/PIB (SD_P)	2
Taxa de Desemprego (Desemp)	2
Taxa de Juros do Título do Tesouro Norte-Americano de Três Meses	2
PIB	2
(Exportações mais Importações)/PIB	1
Abertura da Economia	1
Abertura da Economia/PIB	1
Anos Desde a Inadimplência	1
Balança de Contas Correntes/PIB	1
Balança do Petróleo/PIB	1
Controle da Corrupção	1
Crédito Doméstico/PIB	1
Crescimento do PNB	1
Crescimento Real do PIB	1
Custo de Mão de Obra	1
Desemprego	1
Despesa/PIB	1
Dívida de Curto Prazo/Dívida Total	1
Dívida do Governo Geral/PIB	1
Dívida do Governo/PIB	1
Dívida do Governo/Receita do Governo	1

TABELA 5 - FREQUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NOS ESTUDOS LEVANTADOS

VARIÁVEIS	FREQUÊNCIA
Dívida Externa (U\$\$)	1
Dívida Externa Líquida/Receita Corrente Externa	1
Dívida Externa Pública e Privada/PIB	1
Dívida Pública/PIB	1
Dívida Total/PNB	1
Dívida/PNB	1
Dívida/Receita	1
<i>Dummies</i> de Origem Legal	1
<i>Dummies</i> Temporais	1
Exportações	1
Exportações Menos Importações	1
Frequência de Períodos Com Alta Inflação	1
Gastos/PIB	1
ICRG	1
Importações	1
Inadimplência no Ano Anterior	1
Indicador de Governança	1
Índice de Legalidade Ambiental	1
Índice de Percepção da Corrupção	1
Índice de Risco Político	1
Índice de Subdesenvolvimento	1
Investimento Estrangeiro Direto/PIB	1
Investimento Externo Direto/PIB	1
Logaritmo Natural da Taxa de Inflação	1
Maturidade da Dívida Externa	1
Outras	1
Pagamento de Juros/Receita	1
Participação da Dívida de Curto Prazo	1
População	1
Reprogramação da Dívida	1
Reservas Internacionais	1
Reservas Internacionais/Dívida do Governo Geral	1
Reservas Internacionais/Importações	1
Reservas Internacionais/PIB	1
Reservas/Dívida	1
Reservas/Dívida Total	1
Resultado Nominal/PIB	1
Saldo do Governo/PIB	1
Saldo em Conta Corrente/PIB	1
Serviço da Dívida/Reservas	1

TABELA 5 - FREQUÊNCIA DAS VARIÁVEIS NOS ESTUDOS LEVANTADOS

VARIÁVEIS	conclusão FREQUÊNCIA
<i>Spread</i> Sobre Títulos do Tesouro Norte-Americano	1
Taxa de Câmbio	1
Taxa de Câmbio Nominal	1
Taxa de Crescimento do PIB Real	1
Taxa de Juros de Títulos do Tesouro Norte-Americano	1
Taxa de Juros Real	1
Telefones Celulares	1
Transparência	1

FONTE: O autor (2013)

Os dados necessários para a realização desta pesquisa, mencionados no parágrafo anterior e elencados na TABELA 5, foram coletados a partir de pesquisa online nas instituições financeiras oficiais internacionais, nas organizações não governamentais, em uma agência classificadora de risco, além da busca de informações nos ministérios, bancos centrais e institutos nacionais de estatística dos governos dos países da amostra.

Quanto às instituições financeiras oficiais internacionais, foram consultados o Fundo Monetário Internacional (International Monetary Fund – IMF) e o Banco Mundial (World Bank).

Duas organizações não governamentais foram consultadas: a Organização das Nações Unidas (United Nations) e a Transparência Internacional (Transparency International).

Já a agência classificadora de risco S&P foi consultada para a coleta dos dados referentes ao histórico de moratória (inadimplência) dos países.

Dados também foram coletados nos ministérios de economia e finanças de alguns países: Argentina (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas), Canadá (Department of Finance), Índia (Ministry of Finance), Japão (Ministry of Internal Affairs and Communications), Coreia do Sul (Ministry of Strategy and Finance), Rússia (Ministry of Finance of the Russian Federation) e Estados Unidos (Department of the Treasury) – além do Ministério do Trabalho da Índia (Ministry of Labour and Employment) e da Comissão Europeia (European Commission) da União Europeia.

Os bancos centrais consultados foram os de África do Sul (South African Reserve Bank), Austrália (Reserve Bank of Australia), Brasil (Banco Central do Brasil

– Bacen), China (The People’s Bank of China), Europa (European Central Bank), Índia (Reserve Bank of India), Indonésia (Bank Sentral Republik Indonesia), Itália (Banca D’Italia), México (Banco de México) e Turquia (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasi).

Afora essas entidades financeiras nacionais, os institutos de estatística dos países África do Sul (Statistics South Africa), Alemanha (Statistisches Bundesamt), Austrália (Australian Bureau of Statistics), Canadá (Statistics Canada), França (Institut National de la Statistique et des Études Économiques), Turquia (Türkiye İstatistik Kurumu) e Estados Unidos (Office for National Statistics) foram consultados.

A relação completa das fontes consultadas encontra-se no QUADRO 5.

PAÍS	FONTES DOS DADOS CONSULTADOS
África do Sul	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), SOUTH AFRICA (2013a), SOUTH AFRICA (2013b), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013t), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Alemanha	EUROPEAN UNION (2013d), GERMANY (2013), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013h), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Arábia Saudita	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013r), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Argentina	ARGENTINA (2013a), ARGENTINA (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), UNITED NATIONS (2013), WORLD BANK (2013a), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Austrália	AUSTRALIA (2013a), AUSTRALIA (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013b), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Brasil	BRASIL (2013), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013c), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)

continua

QUADRO 5 - FONTES CONSULTADAS PARA COLETA DOS DADOS

Canadá	CANADA (2013a), CANADA (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013d), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
China	CHINA (2013), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013e), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Coreia do Sul	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), REPUBLIC OF KOREA (2013), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), UNITED NATIONS (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013p), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Estados Unidos	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), UNITED STATES (2013a), UNITED STATES (2013b), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013x), WORLD BANK (2013y)
França	EUROPEAN UNION (2013d), FRANCE (2013), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013g), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Índia	INDIA (2013a), INDIA (2013b), INDIA (2013c), INDIA (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013j), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Indonésia	INDONESIA (2013), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), UNITED NATIONS (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013k), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Itália	EUROPEAN UNION (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), ITALIA (2013), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Japão	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), JAPAN (2013), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013m), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
México	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), MÉXICO (2013), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013n), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)

continuação

QUADRO 5 - FONTES CONSULTADAS PARA COLETA DOS DADOS

Reino Unido	EUROPEAN UNION (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), UNITED KINGDOM (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013w), WORLD BANK (2013y)
Rússia	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013b), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), RUSSIAN FEDERATION (2013), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013q), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013y)
Turquia	INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), TURKEY (2013a), TURKEY (2013b), WORLD BANK (2013i), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013s), WORLD BANK (2013u), WORLD BANK (2013v), WORLD BANK (2013y)
União Europeia	EUROPEAN UNION (2013a), EUROPEAN UNION (2013c), EUROPEAN UNION (2013e), EUROPEAN UNION (2013f), EUROPEAN UNION (2013g), EUROPEAN UNION (2013h), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013a), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013c), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013d), INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2013e), S&P (2013), TRANSPARENCY INTERNATIONAL (2013), WORLD BANK (2013f), WORLD BANK (2013o), WORLD BANK (2013y)

conclusão

QUADRO 5 - FONTES CONSULTADAS PARA COLETA DOS DADOS
 FONTE: O Autor (2013)

Ressalte-se, aliás, que este estudo foi baseado nos mais recentes dados destes países, disponibilizados até outubro de 2012.

Ademais, os dados referentes à Argentina podem não representar a realidade devido à sua qualidade, especialmente em relação aos índices de inflação e ao PIB, uma vez que o Fundo Monetário Internacional emitiu, em fevereiro de 2013, uma declaração de censura à Argentina por violar suas obrigações de informação junto ao FMI (FMI, 2013d).

3.4 SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para uma análise completa, este estudo abrangerá as variáveis da TABELA 5 que apresentaram frequências maiores ou iguais a dois, com exceção da variável “Taxa de juros do título do Tesouro norte-americano de três meses”, que seria uma variável estática aos 20 países-membros avaliados e, portanto, não contribuiria para melhor explicar os dados analisados; em outras palavras, as variáveis utilizadas em

pelo menos dois distintos estudos, elencados no QUADRO 3, foram coletadas (vide APÊNDICE 1) e tratadas (vide APÊNDICE 2) neste estudo.

3.4.1 Arranjo dos dados

Os dados coletados foram dispostos em uma matriz com n linhas, representando os membros do G20, e p colunas, contendo as 36 variáveis – resultando, então, numa matriz de dados de tamanho 20×36 , denominada simplesmente “matriz de dados originais”. Estes dados encontram-se no APÊNDICE 2.

3.4.2 Metodologia Estatística Aplicada

Os dados coletados serão submetidos às análises estatísticas, efetuadas no *software* Statgraphics Centurion XVI.I, conforme descrito nas subseções a seguir.

3.4.2.1 Análise de Componentes Principais

A metodologia ACP será aplicada à matriz de dados originais, por meio do *software* Statgraphics Centurion XVI.I; pelos autovalores, serão identificados eventuais componentes principais que não contribuem para explicar a variação dos dados, caso em que será empregado o artifício da eliminação de variáveis, explanado na subseção 2.5.1.3. Desta forma, serão descartadas as variáveis que dominam os componentes principais que apresentarem autovalores (estimados conforme descrito na subseção 2.5.1.2) iguais a zero, considerando-se dez casas decimais, uma vez que em nada colaboram para a explicação dos dados, ou seja, são pouco importantes ou, até mesmo, redundantes.

3.4.2.2 Análise Fatorial Exploratória

Após este procedimento de descarte de variáveis, a AFE será aplicada, conforme descrito na subseção 2.5.2.4, valendo-se das variáveis restantes. Com isto, tem-se uma nova relação de autovalores, os quais serão empregados na AFE para definir o número (m) de fatores a serem mantidos neste estudo. Para obter esta quantidade de fatores, serão aplicados e comparados os critérios da raiz latente ($\lambda_0 = 0,7$) e de percentagem da variância, apresentados nas subseções 2.5.2.3.1 e 2.5.2.3.3, respectivamente. Para o segundo critério analisado, será estipulada uma variância mínima de 93% de explicação do modelo.

Em seguida, com base na equação (16), será calculada a matriz de carregamento (L) dos m fatores.

A matriz L será rotacionada com o intuito de facilitar a interpretação, através do método Varimax, descrito na subseção 2.5.2.5.2, uma vez que esta rotação espalha as cargas fatoriais tanto quanto possível em cada fator, formando grupos com coeficientes grandes, os quais representarão o fator, e grupos com coeficientes de valores módicos, os quais serão descartados na interpretação do fator, em cada coluna da matriz rotacionada. Além do mais, essa rotação é menos volátil que a Quartimax.

Para este item, será aplicada a equação (18), a qual multiplica a matriz de carregamentos dos fatores pela matriz de rotação, resultando na matriz de carregamentos fatoriais rotacionados, ou seja, $L^* = LT$.

Por fim, com base nesta matriz L^* , com m colunas, serão calculados os índices dos escores fatoriais brutos e padronizados, por meio das equações apresentadas nas subseções 2.5.2.6.1 e 2.5.2.6.2, respectivamente. Como último passo, tais índices serão ordenados decrescentemente, formando, assim, um ranqueamento da classificação de risco dos países analisados.

3.4.2.3 Agrupamento

Superadas as fases de coleta e arranjo dos dados, bem como as fases de análise dos componentes principais e análise fatorial exploratória, o agrupamento dos países será realizado com base nos escores fatoriais padronizados pelo Método de Ward, procedimento hierárquico aglomerativo apresentado na alínea “e” da subseção 2.5.3.2.1, devido ao fato de tal método minimizar a soma dos quadrados dos erros; em outras palavras, uma vez realizado o agrupamento, tem-se uma mínima perda de informações – diferentemente dos demais métodos, norteados pelas distâncias entre os objetos.

Posto que, como já enaltecido, o método aglomerativo escolhido não se fundamenta numa única medida de similaridade, mas na soma dos quadrados dos erros, optou-se pela distância euclidiana como medida de similaridade, apresentada na subseção 2.5.3.1.1.

Como resultado desta etapa, serão apresentados dois grupos distintos, verificando-se quais países-membros do G20 possuem níveis de risco de crédito similares entre si.

3.4.3 Comparação dos Resultados

Os resultados dos ranqueamentos propostos serão confrontados com as atuais classificações das agências S&P, Moody's e Fitch a partir do Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman, o qual avaliará se existe correlação entre os postos dos países classificados pelas agências e os postos dos ranqueamentos propostos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos e realizadas discussões a respeito de suas implicações. Inicialmente, são expostos os dados coletados, as variáveis deste estudo e a respectiva matriz de correlação entre elas. Em seguida, são apresentados os resultados referentes à Análise de Componentes Principais e aos dois critérios abordados na Análise Fatorial Exploratória, além dos respectivos Agrupamentos dos países para cada um destes critérios. Como fechamento desta seção, os resultados obtidos na Análise Multivariada de Dados serão comparados com os *ratings* das três principais agências classificadoras de risco.

4.1 DADOS COLETADOS, VARIÁVEIS E MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Os dados foram coletados conforme descrito no capítulo 3 deste trabalho (ver APÊNDICE 1) e, mais especificamente, arrumados conforme descrito na seção 3.4.1 (ver APÊNDICE 2).

Para preservar a formatação, optou-se por apresentar a matriz de correlação das variáveis no APÊNDICE 5.

As maiores correlações entre as variáveis deste estudo são apresentadas na TABELA 6, a qual está ordenada do maior para o menor coeficiente de Pearson.

TABELA 6 - MAIORES CORRELAÇÕES ENTRE AS 36 VARIÁVEIS

VARIÁVEIS		COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
(Exportações – Importações)/PIB	Exportações/Importações	0,990476
Balança de Transações Correntes/PIB	(Exportações – Importações)/PIB	0,974487
Efetividade do Governo	Qualidade da Regulação	0,964532
Resultado Primário/PIB	Resultado Fiscal/PIB	0,950433
Reservas/PIB	Reservas/Importações	0,949563
Dívida Externa/Exportações	Dívida externa/PIB	0,917634
Dívida/Exportações	Dívida/PIB	0,917118
PIB <i>per capita</i>	Índice de Corrupção	0,910555
Dívida do Governo	PIB	0,891488
Estabilidade Política	PIB <i>per capita</i>	0,887355
Desenvolvimento econômico	PIB <i>per capita</i>	0,885497
Resultado Fiscal	Dívida do Governo	0,88296

continua

TABELA 6 - MAIORES CORRELAÇÕES ENTRE AS 36 VARIÁVEIS

		conclusão
VARIÁVEIS		COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
Dívida de Curto Prazo/Reservas	PIB <i>per capita</i>	0,873721
Crescimento do crédito doméstico	(Exportações – Importações)/PIB	0,868944
Serviço da Dívida/Exportações	Serviço da Dívida/PIB	0,826658
Poupança Doméstica/PIB	Reservas/PIB	0,79203
Taxa de Crescimento do PIB (%)	Desenvolvimento econômico	0,768421
Investimento/PIB	Poupança Doméstica/PIB	0,737009
Histórico de inadimplência	Desenvolvimento econômico	0,703526
Inflação	Taxa de Crescimento do PIB (%)	0,691026
Exportações/PIB	Resultado Fiscal/PIB	0,672976
Reservas	Investimento/PIB	0,628086
Balança de Transações Correntes	Resultado Fiscal	0,62713
Receita/PIB	Investimento/PIB	0,598988
Crescimento das exportações	PIB <i>per capita</i>	0,560956

FONTE: O autor (2013)

4.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Inicialmente, as 36 variáveis foram empregadas para realizar a ACP. A TABELA 7 apresenta os autovalores λ_i , suas respectivas porcentagens simples e acumuladas de explicação dos dados, valores que nortearão os critérios da quantidade de variáveis a serem descartadas.

TABELA 7 - AUTOVALORES DAS 36 VARIÁVEIS

COMPONENTE PRINCIPAL	AUTOVALOR	VARIÂNCIA	VARIÂNCIA ACUMULADA
1	13,0104	36,14%	36,14%
2	7,20054	20,00%	56,14%
3	3,42042	9,50%	65,64%
4	3,02165	8,39%	74,04%
5	2,23276	6,20%	80,24%
6	1,42962	3,97%	84,21%
7	1,36285	3,79%	88,00%
8	0,974829	2,71%	90,70%
9	0,833622	2,32%	93,02%
10	0,674467	1,87%	94,89%
11	0,528275	1,47%	96,36%
12	0,320777	0,89%	97,25%
13	0,240428	0,67%	97,92%
14	0,222026	0,62%	98,54%
15	0,174168	0,48%	99,02%
16	0,155961	0,43%	99,45%

continua

TABELA 7 - AUTOVALORES DAS 36 VARIÁVEIS

conclusão

COMPONENTE PRINCIPAL	AUTOVALOR	VARIÂNCIA	VARIÂNCIA ACUMULADA
17	0,090833	0,25%	99,71%
18	0,07031	0,20%	99,90%
19	0,03606	0,10%	100,00%
20	8,14E-16	0,00%	100,00%
21	7,28E-16	0,00%	100,00%
22	4,55E-16	0,00%	100,00%
23	3,65E-16	0,00%	100,00%
24	2,28E-16	0,00%	100,00%
25	1,74E-16	0,00%	100,00%
26	1,59E-16	0,00%	100,00%
27	1,38E-16	0,00%	100,00%
28	6,57E-17	0,00%	100,00%
29	2,27E-17	0,00%	100,00%
30	0	0,00%	100,00%
31	0	0,00%	100,00%
32	0	0,00%	100,00%
33	0	0,00%	100,00%
34	0	0,00%	100,00%
35	0	0,00%	100,00%
36	0	0,00%	100,00%

FONTE: O autor (2013)

Como as últimas 17 componentes principais apresentaram valores nulos para os percentuais de explicação da variância dos dados, serão descartadas as 17 variáveis que dominam essas componentes principais, cumprindo rigorosamente o descrito na metodologia – mais especificamente, na subseção 3.4.2.1. Na TABELA 8, encontram-se as variáveis descartadas, bem como os coeficientes, em valores absolutos, a elas associados.

TABELA 8 - VARIÁVEIS DESCARTADAS

COMPONENTE PRINCIPAL	MAIOR COEFICIENTE (VALOR ABSOLUTO)	VARIÁVEL ASSOCIADA
36	0,469773	Resultado Primário/PIB
35	0,382928	Desenvolvimento econômico
34	0,376081	Resultado Fiscal
33	0,375543	Investimento/PIB
32	0,327625	Histórico de inadimplência
31	0,39814	Reservas/PIB
30	0,539869	Exportações/PIB
29	0,443925	Qualidade da Regulação
28	0,378697	Exportações/Importações

continua

TABELA 8 - VARIÁVEIS DESCARTADAS

conclusão

COMPONENTE PRINCIPAL	MAIOR COEFICIENTE (VALOR ABSOLUTO)	VARIÁVEL ASSOCIADA
27	0,559399	Reservas/Importações
26	0,376556	Exportações menos Importações/PIB
25	0,35167	Balança de Transações Correntes
24	0,385345	Efetividade do Governo
23	0,333556	Dívida externa/PIB
22	0,48463	Dívida do Governo
21	0,363115	Resultado Fiscal/PIB
20	0,561576	Poupança Doméstica/PIB

FONTE: O autor (2013)

Após o descarte das variáveis, uma nova ACP é realizada. A TABELA 9 apresenta os autovalores λ_i , suas respectivas porcentagens simples e acumuladas de explicação dos dados, que agora basearão a quantidade de fatores a serem retidos pelos critérios de número de fatores finais da AFE.

TABELA 9 - AUTOVALORES DAS 19 VARIÁVEIS

COMPONENTE PRINCIPAL	AUTOVALOR	VARIÂNCIA	VARIÂNCIA ACUMULADA
1	6,43322	33,859%	33,859%
2	3,0556	16,082%	49,941%
3	2,11661	11,140%	61,081%
4	1,77022	9,317%	70,398%
5	1,50847	7,939%	78,338%
6	0,943345	4,965%	83,303%
7	0,847739	4,462%	87,764%
8	0,584154	3,074%	90,839%
9	0,423752	2,230%	93,069%
10	0,387904	2,042%	95,111%
11	0,343748	1,809%	96,920%
12	0,176065	0,927%	97,847%
13	0,158878	0,836%	98,683%
14	0,100362	0,528%	99,211%
15	0,074111	0,390%	99,601%
16	0,041417	0,218%	99,819%
17	0,031182	0,164%	99,983%
18	0,00219	0,012%	99,995%
19	0,001021	0,005%	100,000%

FONTE: O autor (2013)

Considerando-se o critério da raiz latente, deverão ser utilizados sete fatores, uma vez que o sétimo autovalor apresentado é o último autovalor maior do que 0,7.

Levando-se em conta o critério de percentagem da variância, devem ser considerados dois autovalores a mais do que no critério anterior, pois somente assim os fatores explicariam 93,02% dos dados.

4.3 ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA

Após definida a quantidade de fatores a serem retidos, pode-se prosseguir com a AFE, considerando-se o critério da raiz latente e, posteriormente, o de percentagem da variância.

4.3.1 Critério da Raiz Latente

De acordo com o critério da raiz latente, a seguir, serão apresentados os sete fatores que explicam 87,8% do modelo. Os carregamentos dos fatores foram estimados pela equação (16), com o auxílio do *software* Statgraphics Centurion XVI.I. Eis, abaixo, a matriz de carregamento dos sete fatores sem rotação (L_7).

TABELA 10 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES SEM ROTAÇÃO

VARIÁVEL	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
BTC_P	0,186975	0,813466	0,068258	0,484765	-0,07791	0,049145	-0,0579
C_EXP	0,569351	-0,03961	-0,17549	-0,39788	-0,47113	0,26396	-0,16609
C_CD	0,216433	0,675187	0,342166	0,483753	-0,0813	0,075805	-0,06189
DCP_R	-0,75754	0,128266	0,089673	-0,41242	0,351422	0,076498	0,088204
DE_E	-0,72759	-0,14559	0,205351	-0,19313	-0,19668	0,1554	0,133639
Div_E	-0,59347	-0,32393	-0,37487	0,47486	-0,12431	-0,15843	-0,23515
Div_P	-0,71597	-0,33159	-0,26891	0,32208	-0,26872	-0,12273	-0,273
EP	-0,88956	0,199574	0,019334	0,027016	0,081807	0,211018	-0,06368
IC	-0,87557	0,188151	0,042715	-0,21131	0,06975	0,095907	0,064968
Inf	0,684867	-0,3066	0,435794	-0,08469	-0,01686	0,190755	-0,01433
PIB	-0,43158	-0,03318	-0,27619	0,045626	-0,50999	0,143513	0,552126
PIB_pC	-0,9249	0,242093	0,087087	-0,0981	0,169144	0,086888	0,013843
R_P	-0,37962	0,315889	0,633199	0,354656	-0,14062	0,258714	0,061017
Res	0,163739	0,17857	-0,71259	0,265567	-0,15416	0,165573	0,315137
SD_E	-0,02537	-0,7837	0,19788	0,416278	0,138555	0,242962	0,054382
SD_P	-0,07647	-0,81149	0,357443	0,228288	-0,09519	0,238993	0,029685
TCR	0,299835	-0,1668	-0,17518	0,338145	0,725152	-0,06509	0,349744
C_P	0,849868	0,128139	-0,04948	-0,07689	0,00049	0,271094	0,081685
Desemp	0,030064	-0,07956	0,562381	-0,00798	-0,35469	-0,62359	0,328818

FONTE: O autor (2013)

Observa-se que, por exemplo, apenas 7 das 19 variáveis possuem peso de coeficiente do Fator 1 menor do que 0,3. Conseqüentemente, por haver 12 variáveis que influenciam a interpretação deste fator, esta tarefa torna-se inviável. Situações análogas, porém em menor grau, ocorrem com os demais fatores.

Para auxiliar na interpretação dos dados, foi aplicada a rotação Varimax a partir da equação (19) e, com auxílio do *software* Statgraphics XVI.I, obteve-se a matriz de carregamento dos fatores rotacionados (L_7^*), exposta na TABELA 11.

TABELA 11 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

VARIÁVEL	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
BTC_P	-0,1448	-0,02607	-0,39288	0,870115	-0,05876	0,061758	-0,08842
C_EXP	-0,51351	-0,34161	-0,08009	-0,20328	0,591043	0,118573	-0,20625
C_CD	-0,13277	-0,11929	-0,16728	0,896398	-0,01837	-0,06707	0,042371
DCP_R	0,912114	-0,03572	-0,12319	-0,20538	-0,0682	-0,09409	-0,03863
DE_E	0,699771	0,136992	0,247339	-0,11104	0,272558	0,166764	0,163359
Div_E	0,160448	0,910695	0,168553	-0,07022	-0,05868	0,137543	-0,09052
Div_P	0,296235	0,88473	0,193097	-0,10743	0,157736	0,125886	-0,01892
EP	0,85149	0,324911	-0,00357	0,154556	0,065329	0,063938	-0,15706
IC	0,898225	0,184043	-0,10147	-0,0231	0,088955	0,085746	-0,00405
Inf	-0,50241	-0,52751	0,431219	-0,01096	0,102468	-0,25146	0,080777
PIB	0,281744	0,167216	0,062667	-0,05545	0,168579	0,829028	0,145602
PIB_pC	0,944379	0,241547	-0,09458	0,086637	-0,00168	0,006522	-0,03023
R_P	0,451364	-0,03058	0,291806	0,719414	0,128509	-0,01557	0,192147
Res	-0,29274	0,124548	-0,25179	0,041966	-0,17401	0,685628	-0,34752
SD_E	-0,10165	0,184295	0,888321	-0,12179	-0,24038	-0,02719	-0,04127
SD_P	-0,03655	0,117033	0,922368	-0,1683	0,046359	-0,03668	0,11702
TCR	-0,21427	-0,12735	0,115945	-0,07169	-0,90123	-0,00248	-0,14907
C_P	-0,64056	-0,58905	-0,05086	0,091105	0,00851	0,052095	-0,23716
Desemp	-0,07066	-0,04509	0,057142	0,062923	0,066627	-0,0207	0,962931

FONTE: O autor (2013)

Após a rotação, com o intuito de melhorar a interpretação dos dados, os sete fatores foram nomeados, representando assim as principais variáveis relacionadas a cada um deles, devidamente descritos no QUADRO 6.

FATOR	VARIÁVEIS E SEUS PESOS FATORIAIS
Influência do Governo	Crescimento das exportações (-0,514), Dívida de Curto Prazo/Reservas (0,912), Dívida Externa/Exportações (0,7), Estabilidade Política (0,851), Índice de Corrupção (0,898), Inflação (-0,502), PIB <i>per capita</i> (0,944), Receita/PIB (0,451), Taxa de Crescimento do PIB (%) (-0,641)
Capacidade de Serviço da Dívida da Economia	Crescimento das exportações (-0,342), Dívida/Exportações (0,911), Dívida/PIB (0,885), Estabilidade Política (0,325), Inflação (-0,528), Taxa de Crescimento do PIB (%) (-0,589)
Dívidas Externas	Balança de Transações Correntes/PIB (-0,393), Inflação (0,431), Serviço da Dívida/Exportações (0,888), Serviço da Dívida/PIB (0,922)
Potencial de Crescimento da Economia	Balança de Transações Correntes/PIB (0,87), Crescimento do crédito doméstico (0,896), Receita/PIB (0,719)
Influência do Setor Externo	Crescimento das exportações (0,591), Taxa de câmbio real (-0,901)
Tamanho da Economia	PIB (0,829), Reservas (0,686)
Desemprego	Reservas (-0,348), Taxa de Desemprego (0,963)

QUADRO 6 - VARIÁVEIS ASSOCIADAS AOS SETE FATORES DA AFE

FONTE: O autor (2013)

Os escores fatoriais para cada um dos países-membros do G20 podem ser calculados, após a rotação, pela equação (21). Com base nestes escores, ponderados pelos autovalores associados a cada um dos sete fatores, será determinado o ranqueamento dos 20 membros deste grupo.

TABELA 12 - MATRIZ DOS ESCORES FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

PAÍS	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Argentina	-4,30384	-2,93801	0,514014	0,453036	0,652334	-1,44426	-0,21161
Austrália	8,72645	1,4236	-1,51649	-0,46256	-1,94427	-0,90928	-0,35724
Brasil	-2,78413	0,742104	5,85553	-1,1116	-3,36253	-0,74832	-0,3437
Canadá	6,34828	0,986751	-1,81094	0,042626	-0,29524	-0,54836	-0,15414
China	-7,23713	-3,07109	-3,24428	-0,34407	-1,0317	3,31421	-2,98541
França	5,37324	2,10643	0,545158	0,600264	1,01975	0,138634	1,04215
Alemanha	3,82462	0,610743	-1,04919	1,25438	1,20277	0,303681	-0,39772
Índia	-7,50843	-2,8088	1,07312	-2,48092	1,09947	-0,57166	-1,46269
Indonésia	-6,09408	-2,84793	-0,96569	-1,33224	-2,70501	-0,93545	-0,98438
Itália	2,91578	2,90853	3,2466	-0,40235	0,576428	-0,34882	0,784147
Japão	7,20597	10,0959	-0,09248	-0,40316	-0,9602	2,5912	-1,18198
Coreia do Sul	-1,23658	-1,61364	-3,93305	-0,29863	1,44584	-0,4163	-1,58536
México	-4,33212	-1,79877	-0,72587	-1,1207	0,269042	-0,89059	-0,58027
Rússia	-4,90156	-3,13226	-1,33954	1,07358	-1,47752	-0,74442	-0,33286
Arábia Saudita	-4,08212	-3,91428	-3,89569	9,29592	-0,34725	-0,88744	0,340602
África do Sul	-4,44932	-2,0573	0,337654	-0,91249	0,322197	-1,4403	3,89992
Turquia	-5,11488	-3,24425	4,12829	-1,84264	0,296019	-1,69384	0,781537
Reino Unido	6,55954	2,42568	1,69946	-0,95936	1,8114	-0,02428	1,15671
Estados Unidos	6,19653	3,68187	0,340666	-1,3804	1,78902	2,78212	0,607904
União Europeia	4,89378	2,4447	0,832727	0,331308	1,63945	2,4735	1,9644

FONTE: O autor (2013)

Uma vez aplicadas as equações (21) e (22) à matriz de carregamento, obtêm-se respectivamente os escores fatoriais brutos e os escores fatoriais padronizados, apresentados na TABELA 13, que representam a classificação dos países em relação à propensão a saldar sua dívida.

TABELA 13 - RANQUEAMENTO DO G20 COM SETE FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

PAÍS	ORDEM	ESCORE BRUTO	ESCORE PADRONIZADO
Japão	1	4,575125	1
Estados Unidos	2	3,312099	0,850279
Reino Unido	3	3,310293	0,850065
Austrália	4	3,140411	0,829927
União Europeia	5	2,864946	0,797273
França	6	2,744952	0,783049
Canadá	7	2,339047	0,734932
Itália	8	2,099519	0,706538
Alemanha	9	1,693189	0,658371
Brasil	10	-0,67686	0,377422
Coreia do Sul	11	-1,27704	0,306276
Arábia Saudita	12	-1,86407	0,236689
África do Sul	13	-2,00159	0,220387

continua

TABELA 13 - RANQUEAMENTO DO G20 COM SETE FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX
conclusão

PAÍS	ORDEM	ESCORE BRUTO	ESCORE PADRONIZADO
Argentina	14	-2,11888	0,206483
México	15	-2,26758	0,188857
Turquia	16	-2,2687	0,188724
Rússia	17	-2,71372	0,13597
Indonésia	18	-3,4846	0,044589
Índia	19	-3,54581	0,037333
China	20	-3,86075	0

FONTE: O autor (2013)

Neste caso, o Japão é o país mais disposto e capaz de servir sua dívida, ao passo que a China, no outro extremo da tabela, é o menos disposto e/ou capaz de servir sua dívida. Este ranqueamento pode ser facilmente visualizado na FIGURA 23, disponível no APÊNDICE 6.

4.3.2 Critério de Percentagem da Variância

De acordo com o critério de percentagem da variância, considerando-se uma variância mínima de explicação de 93% do modelo, a seguir, serão apresentados os nove fatores que explicam 93,07% do modelo. Os carregamentos dos fatores foram estimados pela equação (16), por meio do *software* Statgraphics Centurion XVI.I.

Apresenta-se a seguir, nas TABELAS 14 e 15, a matriz de carregamento dos nove fatores sem rotação (L_9).

TABELA 14 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES UM A SETE SEM ROTAÇÃO

VARIÁVEL	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
BTC_P	0,186975	0,813466	0,068258	0,484765	-0,07791	0,049145	-0,0579
C_EXP	0,569351	-0,03961	-0,17549	-0,39788	-0,47113	0,26396	-0,16609
C_CD	0,216433	0,675187	0,342166	0,483753	-0,0813	0,075805	-0,06189
DCP_R	-0,75754	0,128266	0,089673	-0,41242	0,351422	0,076498	0,088204
DE_E	-0,72759	-0,14559	0,205351	-0,19313	-0,19668	0,1554	0,133639
Div_E	-0,59347	-0,32393	-0,37487	0,47486	-0,12431	-0,15843	-0,23515
Div_P	-0,71597	-0,33159	-0,26891	0,32208	-0,26872	-0,12273	-0,273
EP	-0,88956	0,199574	0,019334	0,027016	0,081807	0,211018	-0,06368
IC	-0,87557	0,188151	0,042715	-0,21131	0,06975	0,095907	0,064968
Inf	0,684867	-0,3066	0,435794	-0,08469	-0,01686	0,190755	-0,01433
PIB	-0,43158	-0,03318	-0,27619	0,045626	-0,50999	0,143513	0,552126
PIB_pC	-0,9249	0,242093	0,087087	-0,0981	0,169144	0,086888	0,013843
R_P	-0,37962	0,315889	0,633199	0,354656	-0,14062	0,258714	0,061017
Res	0,163739	0,17857	-0,71259	0,265567	-0,15416	0,165573	0,315137

continua

TABELA 14 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES UM A SETE SEM ROTAÇÃO

VARIÁVEL	conclusão						
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
SD_E	-0,02537	-0,7837	0,19788	0,416278	0,138555	0,242962	0,054382
SD_P	-0,07647	-0,81149	0,357443	0,228288	-0,09519	0,238993	0,029685
TCR	0,299835	-0,1668	-0,17518	0,338145	0,725152	-0,06509	0,349744
C_P	0,849868	0,128139	-0,04948	-0,07689	0,00049	0,271094	0,081685
Desemp	0,030064	-0,07956	0,562381	-0,00798	-0,35469	-0,62359	0,328818

FONTE: O autor (2013)

TABELA 15 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES OITO E NOVE SEM ROTAÇÃO

VARIÁVEL	Fator 8	Fator 9
BTC_P	0,115612	-0,07567
C_EXP	0,274881	-0,05274
C_CD	-0,07894	-0,11354
DCP_R	-0,16568	-0,04931
DE_E	-0,02452	-0,44298
Div_E	-0,21242	0,04306
Div_P	-0,0835	0,014177
EP	0,026606	0,229055
IC	-0,11244	0,011395
Inf	-0,38074	0,111245
PIB	0,116097	0,255769
PIB_pC	-0,04689	0,022088
R_P	0,062893	0,086625
Res	-0,26243	-0,20777
SD_E	0,040716	0,002442
SD_P	0,086139	-0,09761
TCR	0,190677	-0,03253
C_P	-0,32616	0,09722
Desemp	-0,10114	-0,00705

FONTE: O autor (2013)

Observa-se que, por exemplo, apenas 7 das 19 variáveis possuem peso de coeficiente do Fator 1 menor do que 0,3. Conseqüentemente, por haver 12 variáveis que influenciam a interpretação deste fator, esta tarefa torna-se inviável. Situações análogas, porém em menor grau, ocorrem com os demais fatores.

Para auxiliar na interpretação dos dados, foi aplicada a rotação Varimax a partir da equação (19) e, com auxílio do *software* Statgraphics Centurion XVI.I, obteve-se a matriz de carregamento dos fatores rotacionados (L_9^*), exposta nas TABELAS 16 e 17.

TABELA 16 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES UM A SETE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

VARIÁVEL	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
BTC_P	-0,14901	-0,05269	0,878386	-0,37267	-0,06324	-0,09164	-0,00281
C_EXP	-0,57184	-0,39716	-0,19197	-0,0632	0,5407	-0,26049	0,114031
C_CD	-0,10218	-0,10231	0,898076	-0,15986	0,005065	0,07481	-0,13817
DCP_R	0,935236	-0,02478	-0,2032	-0,10856	-0,01997	-0,01943	-0,06268
DE_E	0,693366	0,065849	-0,07939	0,335344	0,348123	0,181192	0,044676
Div_E	0,178017	0,935762	-0,08267	0,152366	-0,02969	-0,05175	0,076997
Div_P	0,274454	0,874478	-0,11263	0,188633	0,173378	-0,0211	0,135206
EP	0,801288	0,337175	0,143157	-0,03697	0,047252	-0,21261	0,258895
IC	0,88932	0,186702	-0,02357	-0,09698	0,120041	-0,00975	0,146204
Inf	-0,42602	-0,39572	-0,03869	0,362973	0,117249	0,150793	-0,24726
PIB	0,202683	0,163026	-0,06254	0,033161	0,122669	0,083193	0,887301
PIB_pC	0,926517	0,2342	0,087722	-0,0885	0,022293	-0,04942	0,100884
R_P	0,404422	-0,016	0,715152	0,267201	0,113878	0,138674	0,169564
Res	-0,21081	0,147615	0,047596	-0,21322	-0,11254	-0,22609	0,260586
SD_E	-0,10898	0,206259	-0,1238	0,875455	-0,24711	-0,04465	0,008435
SD_P	-0,06554	0,110222	-0,16199	0,92771	0,044105	0,094971	0,020285
TCR	-0,18823	-0,1482	-0,05963	0,143352	-0,91015	-0,13396	-0,09391
C_P	-0,55381	-0,47526	0,068625	-0,09979	0,018831	-0,14878	-0,09221
Desemp	-0,07648	-0,04449	0,061277	0,048132	0,079872	0,952838	0,067764

FONTE: O autor (2013)

TABELA 17 - MATRIZ DE CARREGAMENTO DOS FATORES OITO E NOVE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

VARIÁVEL	Fator 8	Fator 9
BTC_P	0,092512	-0,10432
C_EXP	0,022494	-0,11442
C_CD	0,071926	0,078965
DCP_R	-0,04572	-0,01761
DE_E	0,180071	-0,33952
Div_E	0,131203	-0,04344
Div_P	0,017857	-0,17372
EP	-0,21403	-0,0531
IC	-0,03373	-0,08269
Inf	-0,03759	0,619658
PIB	0,196194	-0,09854
PIB_pC	-0,11005	-0,1275
R_P	-0,25263	0,032957
Res	0,807941	0,0335
SD_E	-0,0661	0,08042
SD_P	-0,11524	-0,01635
TCR	0,10869	-0,06417
C_P	0,267418	0,541571
Desemp	-0,15438	0,005482

FONTE: O autor (2013)

Após a rotação, com o intuito de melhorar a interpretação dos dados, analogamente ao realizado na análise dos fatores do critério da raiz latente, os nove fatores foram nomeados, representando assim as principais variáveis relacionadas a cada um deles, devidamente descritos no QUADRO 7.

FATOR	VARIÁVEIS E SEUS PESOS FATORIAIS
Influência Ampla do Governo	Crescimento das exportações (-0,572), Dívida de Curto Prazo/Reservas (0,935), Dívida Externa/Exportações (0,693), Estabilidade Política (0,801), Índice de Corrupção (0,889), Inflação (-0,426), PIB <i>per capita</i> (0,927), Receita/PIB (0,404), Taxa de Crescimento do PIB (%) (-0,554)
Capacidade de Serviço da Dívida da Economia	Crescimento das exportações (-0,397), Dívida/Exportações (0,936), Dívida/PIB (0,874), Estabilidade Política (0,337), Inflação (-0,396), Taxa de Crescimento do PIB (%) (-0,475)
Potencial de Crescimento da Economia	Balança de Transações Correntes/PIB (0,878), Crescimento do crédito doméstico (0,898), Receita/PIB (0,715)
Dívidas Externas	Balança de Transações Correntes/PIB (-0,373), Dívida Externa/Exportações (0,335), Inflação (0,363), Serviço da Dívida/Exportações (0,875), Serviço da Dívida/PIB (0,928)
Influência do Setor Externo	Crescimento das exportações (0,541), Dívida Externa/Exportações (0,348), Taxa de câmbio real (-0,91)
Desemprego	Taxa de Desemprego (0,953)
Tamanho da Economia	PIB (0,887)
Acúmulo de Reservas	Reservas (0,808)
Influência Direta do Governo	Dívida Externa/Exportações (-0,34), Inflação (0,62), Taxa de Crescimento do PIB (%) (0,542)

QUADRO 7 - VARIÁVEIS ASSOCIADAS AOS NOVE FATORES DA AFE

FONTE: O autor (2013)

Após a rotação, pode-se calcular, por meio da equação (21), os escores fatoriais para cada um dos países-membros do G20. Com base nestes escores, ponderados pelos autovalores associados a cada um dos nove fatores, será determinado o ranqueamento dos 20 membros deste grupo.

TABELA 18 - MATRIZ DOS ESCORES DOS FATORES UM A SETE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

PAÍS	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Argentina	-4,01802	-2,44674	0,333907	0,203341	0,561307	0,013376	-1,44889
Austrália	8,76617	1,37489	-0,43815	-1,39798	-1,6403	-0,38434	-0,24674
Brasil	-2,70779	0,916867	-1,12841	5,75932	-3,46094	-0,281	-0,72829
Canadá	6,21706	0,877538	0,054528	-1,76448	-0,18768	-0,34607	0,263782
China	-6,73212	-2,87575	-0,3454	-3,16346	-1,03373	-2,3544	0,787478
França	5,05677	1,8487	0,654188	0,664661	1,11457	0,740173	0,941999
Alemanha	3,51392	0,399081	1,28707	-0,99612	1,1467	-0,72468	0,994202
Índia	-7,35085	-2,69857	-2,49908	1,00485	0,882842	-1,30033	-1,30683
Indonésia	-5,81275	-2,86657	-1,30431	-0,90268	-2,86157	-0,77744	-1,79618
Itália	2,60189	2,74768	-0,38024	3,26316	0,572765	0,494237	0,498929
Japão	7,00861	9,84489	-0,4052	0,031711	-0,66882	-1,17365	2,40031
Coreia do Sul	-1,22533	-1,68496	-0,30768	-3,93827	1,32263	-1,61858	-0,54763
México	-4,26505	-1,8389	-1,11601	-0,73067	0,106188	-0,55361	-1,17985
Rússia	-4,68249	-3,05473	1,0739	-1,35832	-1,61583	-0,18634	-1,27735
Árabia Saudita	-3,79658	-3,68999	9,27529	-3,96089	-0,37557	0,550591	-1,40144
África do Sul	-4,3321	-1,99455	-0,9305	0,25971	0,275778	3,95141	-1,28711
Turquia	-4,79675	-2,71207	-1,94094	3,84753	0,261196	1,05962	-1,7191
Reino Unido	6,35679	2,13898	-0,86287	1,96923	2,14136	1,0285	0,403436
Estados Unidos	5,8357	3,4669	-1,35514	0,425222	1,91241	0,373783	3,14928
União Europeia	4,36292	2,24732	0,335048	0,784136	1,54669	1,48874	3,49998

FONTE: O autor (2013)

TABELA 19 - MATRIZ DOS ESCORES DOS FATORES OITO E NOVE APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

PAÍS	Fator 8	Fator 9
Argentina	-0,27719	2,63425
Austrália	-1,01876	-1,00146
Brasil	-0,35353	0,84607
Canadá	-1,1639	-0,98202
China	4,60057	1,34832
França	-1,12163	-1,59586
Alemanha	-0,8317	-1,13604
Índia	0,77919	1,42068
Indonésia	0,800626	0,71711
Itália	-1,38573	-1,07838
Japão	1,04707	-2,93631
Coreia do Sul	0,134342	0,041517
México	0,05406	0,453846
Rússia	0,470585	1,01972
Arábia Saudita	0,449021	1,52533
África do Sul	-0,81882	0,877989
Turquia	-0,41294	2,95885
Reino Unido	-0,69645	-1,79038
Estados Unidos	0,391154	-1,83087
União Europeia	-0,64599	-1,49238

FONTE: O autor (2013)

Após a aplicação das equações (21) e (22) à matriz de carregamento, obtêm-se respectivamente os escores fatoriais brutos e os escores fatoriais padronizados, apresentados na TABELA 20, que representam a classificação dos países em relação à propensão a saldar sua dívida.

TABELA 20 - RANQUEAMENTO DO G20 COM NOVE FATORES APÓS A ROTAÇÃO VARIMAX

PAÍS	ORDEM	ESCORE BRUTO	ESCORE PADRONIZADO
Japão	1	4,165253	1
Austrália	2	3,004457	0,845254
Reino Unido	3	2,967069	0,84027
Estados Unidos	4	2,905602	0,832076
União Europeia	5	2,41624	0,766839
França	6	2,408406	0,765794
Canadá	7	2,15952	0,732615
Itália	8	1,730057	0,675364
Alemanha	9	1,453808	0,638537
Brasil	10	-0,72174	0,348514
Coreia do Sul	11	-1,16236	0,289775
Arábia Saudita	12	-1,3236	0,26828
Argentina	13	-1,79114	0,205952
África do Sul	14	-1,83947	0,19951
Turquia	15	-2,00722	0,177146
México	16	-2,14051	0,159377
Rússia	17	-2,40784	0,12374
Indonésia	18	-3,1846	0,02019
China	19	-3,29588	0,005355
Índia	20	-3,33605	0

FONTE: O autor (2013)

Neste caso, o Japão é o país mais disposto e capaz de servir sua dívida, enquanto a Índia, no outro extremo da tabela, é o menos disposto e/ou capaz em servir sua dívida. Este ranqueamento pode ser facilmente visualizado na FIGURA 24, disponível no APÊNDICE 6.

Como os escores brutos obtidos na AFE são variáveis quantitativas e contínuas, pode-se aplicar a Correlação de Pearson para avaliar a associação entre estas variáveis, cujo resultado é $r = 0,9987$, indicando uma correlação praticamente perfeita entre os escores fatoriais dos dois critérios.

4.4 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Após a obtenção dos escores fatoriais brutos sob a ótica de ambos os critérios analisados na subseção anterior, eles foram agrupados pelo Método de Ward, utilizando-se a distância euclidiana, em dois grupos.

A FIGURA 8 expõe o dendrograma referente ao agrupamento baseado na AFE sob o critério da raiz latente.

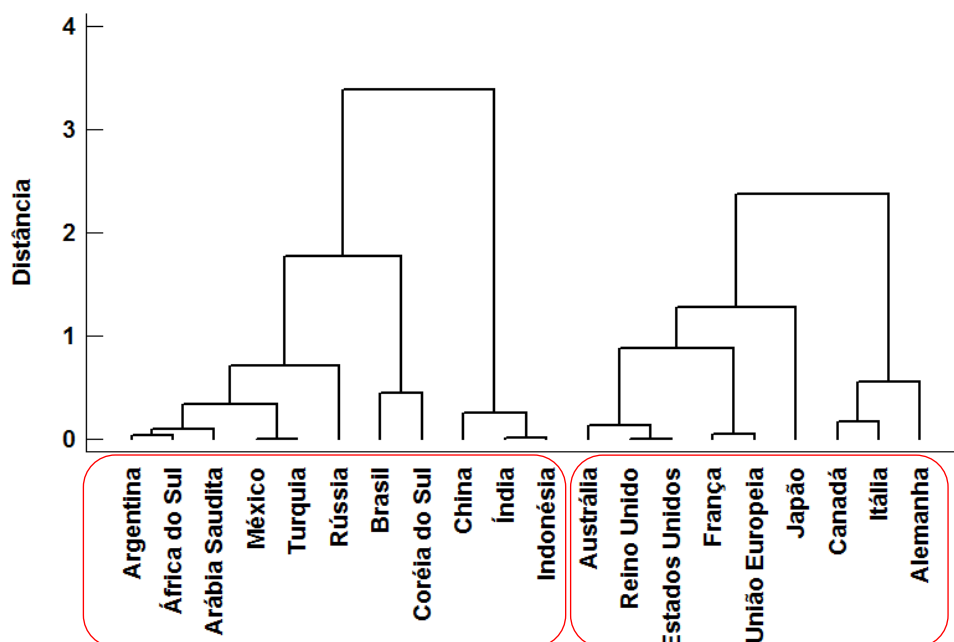


FIGURA 8 - DENDROGRAMA DOS ESCORES FATORIAIS PELO CRITÉRIO DA RAIZ LATENTE
FONTE: O autor (2013)

A FIGURA 9, por sua vez, ilustra o dendrograma referente ao agrupamento baseado na AFE sob o critério de percentagem da variância.

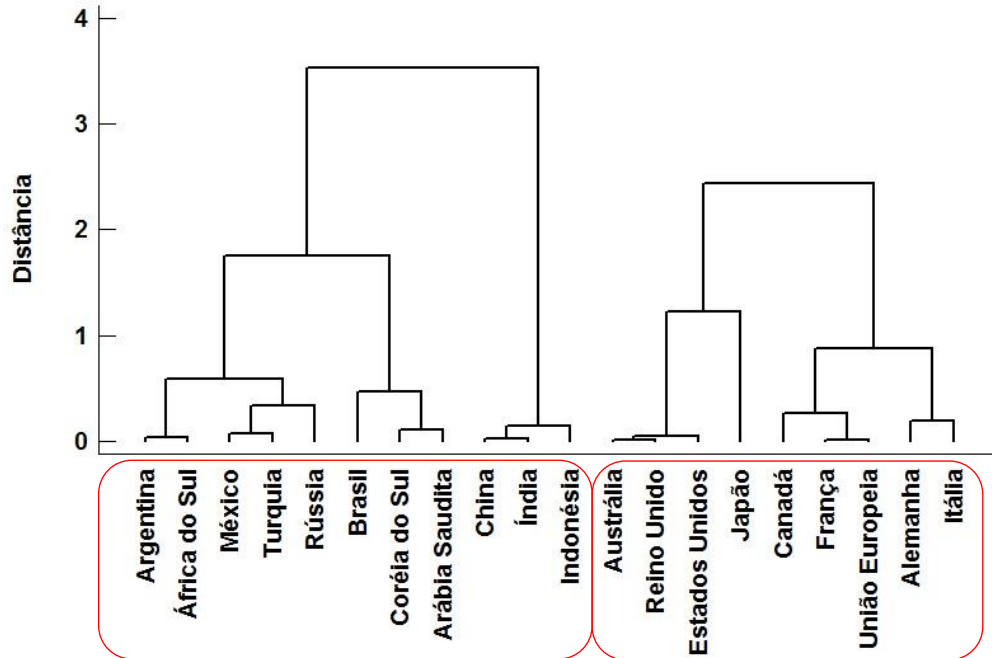


FIGURA 9 - DENDROGRAMA DOS ESCORES FATORIAIS COM NOVE FATORES
 FONTE: O autor (2013)

Observa-se que os grupos formados pelas duas análises de agrupamentos são idênticos, sendo que ambas aglomeraram os escores brutos positivos num agrupamento e os escores brutos negativos no outro.

4.5 COMPARAÇÕES COM AS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS

Uma vez apresentadas as classificações propostas neste estudo, o QUADRO 8 elenca as atuais classificações das três agências, já relacionadas na subseção 2.2.2, a respeito dos países-membros do G20, com o intuito de compará-las aos resultados gerados pela AFE.

PAÍS	S&P	MOODY'S	FITCH
África do Sul	A-	Baa1	BBB
Alemanha	AAA	Aaa	AAA
Arábia Saudita	AA+	Aa3	AA-

continua

QUADRO 8 - RATINGS ATRIBUÍDOS PELAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO

PAÍS	S&P	MOODY'S	FITCH
Argentina	B-	B3	CC
Austrália	AAA	Aaa	AAA
Brasil	A-	Baa2	BBB
Canadá	AAA	Aaa	AAA
China	AA-	Aa3	A+
Coreia do Sul	AA	Aa3	AA-
Estados Unidos	AAA	Aaa	AAA
França	AAA	Aa1	AAA
Índia	BBB+	Baa3	BBB-
Indonésia	BBB-	Baa3	BBB-
Itália	AAA	Baa2	BBB+
Japão	AAA	Aa3	A+
México	A	Baa1	BBB
Reino Unido	AAA	Aa1	AAA
Rússia	BBB	Baa1	BBB
Turquia	BBB	Ba1	BBB-
União Europeia	A	A3	A

conclusão

QUADRO 8 - RATINGS ATRIBUÍDOS PELAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO
 FONTE: S&P (2013), MOODY'S (2013), FITCH (2013)

Como, atualmente, não são emitidos títulos públicos pela União Europeia, o *rating* associado a este conjunto de países baseou-se na média das notas atribuídas aos seus 27 países-membros.

Como essas classificações qualitativas não podem ser comparadas entre si e com demais ranqueamentos devido à disparidade da nomenclatura adotada por cada agência classificadora de risco, optou-se por analisar os respectivos postos (vide subseção 2.4.2) dos ranqueamentos, tanto das agências classificadoras quanto dos resultados encontrados na AFE pelo critério da raiz latente (AFE-7F) e pelo critério de percentagem da variância (AFE-9F). A TABELA 21 apresenta o nível referente atribuído a cada classificação, conforme o QUADRO 1, além dos postos associados ao país em relação aos outros países-membros do G20.

TABELA 21 - NÍVEL DOS RATINGS ATRIBUÍDOS E POSTO DOS PAÍSES NAS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO

PAÍS	NÍVEL			POSTO				
	S&P	Moody's	Fitch	S&P	Moody's	Fitch	AFE-7F	AFE-9F
África do Sul	7	8	9	14,5	13	14,5	13	14
Alemanha	1	1	1	4,5	2,5	3,5	9	9
Arábia Saudita	2	4	4	9	8,5	7,5	12	12
Argentina	16	16	20	20	20	20	14	13
Austrália	1	1	1	4,5	2,5	3,5	4	2
Brasil	7	9	9	14,5	15,5	14,5	10	10

continua

TABELA 21 - NÍVEL DOS RATINGS ATRIBUÍDOS E POSTO DOS PAÍSES NAS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO

conclusão

PAÍS	NÍVEL			POSTO				
	S&P	Moody's	Fitch	S&P	Moody's	Fitch	AFE-7F	AFE-9F
Canadá	1	1	1	4,5	2,5	3,5	7	7
China	4	4	5	11	8,5	9,5	20	19
Coreia do Sul	3	4	4	10	8,5	7,5	11	11
Estados Unidos	1	1	1	4,5	2,5	3,5	2	4
França	1	2	1	4,5	5,5	3,5	6	6
Índia	8	10	10	16	17,5	18	19	20
Indonésia	10	10	10	19	17,5	18	18	18
Itália	1	9	8	4,5	15,5	12	8	8
Japão	1	4	5	4,5	8,5	9,5	1	1
México	6	8	9	12,5	13	14,5	15	16
Reino Unido	1	2	1	4,5	5,5	3,5	3	3
Rússia	9	8	9	17,5	13	14,5	17	17
Turquia	9	11	10	17,5	19	18	16	15
União Europeia	6	7	6	12,5	11	11	5	5

FONTE: O autor (2013)

Ao ser aplicada a equação (2) nos postos da TABELA 21, tem-se o Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman entre as agências e os resultados dos métodos propostos, apresentados na TABELA 22.

TABELA 22 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE POSTOS DE SPEARMAN DOS POSTOS DOS PAÍSES NAS CLASSIFICAÇÕES DAS AGÊNCIAS CLASSIFICADORAS DE RISCO E DOS MÉTODOS PROPOSTOS

AGÊNCIA/AFE PROPOSTA	S&P	Moody's	Fitch	AFE-7F	AFE-9F
S&P	1				
Moody's	0,845875	1			
Fitch	0,906119	0,970995	1		
AFE-7F	0,777747	0,644166	0,702319	1	
AFE-9F	0,769192	0,638089	0,701552	0,989474	1

FONTE: O autor (2013)

Pode-se observar que os valores das três agências são fortemente correlacionados. Entretanto, apresentam correlações positivas moderadas em relação aos ranqueamentos obtidos por meio da AFE, sendo que as maiores correlações foram observadas em relação à agência S&P.

Além disto, os ranqueamentos obtidos pela AFE possuem correlação quase perfeita entre si, ratificando a correlação encontrada a partir do coeficiente de Pearson.

4.6 DISCUSSÃO

A matriz de correlação dos dados confirma o método de descarte de variáveis pela ACP, uma vez que todas as variáveis descartadas apresentam correlação de no mínimo 0,53 e no máximo 0,97 (valores absolutos) em relação às variáveis permanentes para a execução da AFE.

Por meio da AFE, foram realizados os ranqueamentos dos países com base nas 19 variáveis restantes à análise. Esses ranqueamentos discordaram apenas em oito situações, sendo os postos trocados entre quatro pares de países. Estados Unidos e Austrália, postos 2 e 4 na AFE-7F, respectivamente, inverteram seus postos na AFE-9F, passando os Estados Unidos ao posto 4, enquanto a Austrália tomou o posto 2 do ranqueamento. O mesmo ocorreu com África do Sul e Argentina, respectivamente postos 13 e 14 na AFE-7F, passaram aos postos 14 e 13 na AFE-9F. México e Turquia, postos 15 e 16 na AFE-7F, e Índia e China, postos 19 e 20 na AFE-7F, completam a lista.

Nas análises da AFE, o Brasil ocupou a décima colocação, 5,5 postos acima da ordenação dos países classificados pela agência Moody's e 4,5 postos acima das ordenações dos países classificados pelas agências S&P e Fitch. Ademais, observa-se que o Brasil é o primeiro país a apresentar um escore bruto negativo, em ambas as análises fatoriais.

O país mais discrepante foi a China. Enquanto as agências de classificação de risco atribuem *ratings* nos níveis 4 ou 5 do QUADRO 1 – o que garante sua colocação entre os postos 11 e 8,5 nas ordenações das agências em relação aos outros países analisados –, nas análises fatoriais ela figura como o segundo pior (AFE-9F) e como o pior (AFE-7F) país a honrar suas dívidas. Apesar de a China possuir a maior Taxa de Crescimento do PIB, a maior quantia de Reservas Internacionais, o terceiro maior PIB e a terceira menor Taxa de Desemprego em relação aos países analisados, detém, em contrapartida, a sexta pior Estabilidade Política, o sexto pior Índice de Corrupção, a nona maior Taxa de Inflação e a quarta maior razão entre a balança comercial (exportações menos importações) e o PIB na mesma comparação. Estes dados podem explicar o posicionamento da China.

Ao se realizar o agrupamento dos escores brutos das duas AFE, uma com 7 e a outra com 9 fatores, ambas apresentaram os mesmos resultados – o que não

surpreende, visto que existe uma correlação praticamente perfeita entre os escores brutos destas análises.

Pode-se observar que os valores das três agências são correlacionados, sendo a Fitch quase perfeitamente correlacionada ($r_s = 0,971$) com a Moody's e altamente correlacionada ($r_s = 0,906$) com a S&P. Já as duas maiores agências, apesar de não apresentarem correlação tão forte uma com a outra quanto em relação à Fitch, estão fortemente correlacionadas ($r_s = 0,846$).

Ambos os ranqueamentos obtidos por meio da AFE apresentam correlações positivas moderadas com os ranqueamentos das três agências classificadoras de risco, sendo as maiores correlações observadas em relação à agência S&P: $r_s = 0,778$ (AFE com 7 fatores) e $r_s = 0,769$ (AFE com 9 fatores). Além disto, os ranqueamentos obtidos pela AFE possuem correlação quase perfeita ($r_s = 0,989$) entre si.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As EFPC (Fundos de Pensão) possuem políticas de investimento definidas e norteadas de maneira sólida e segura, dentro dos princípios de conservadorismo e prudência. Com isto, estas políticas restringem os aportes aos investimentos considerados de baixo risco, que se baseiam nos *ratings* atribuídos pelas agências classificadoras de risco, ou seja, na propensão de um prestador a honrar suas obrigações no prazo estipulado.

O estímulo inicial para o desenvolvimento desta dissertação partiu da hipótese de uma aparente superestimação, por parte das agências classificadoras de risco, da análise de crédito dos países desenvolvidos e a subestimação deste mesmo item no caso dos países em desenvolvimento – particularmente, se a classificação de risco do Brasil apresenta alguma alteração em relação às classificações das agências de risco. Paralelamente, este trabalho destinou-se a ranquear os países-membros do G20 quanto à capacidade e à propensão de saldar suas dívidas dentro do prazo determinado, a partir de uma metodologia com forte base científica e sem influência de fatores subjetivos.

A Análise de Componentes Principais foi utilizada para a verificação de variáveis redundantes, das quais 17 foram devidamente descartadas. Na sequência, aplicou-se a Análise Fatorial Exploratória às variáveis restantes com o artifício da rotação Varimax. Nesta etapa, foram considerados os critérios da raiz latente e de percentagem da variância, os quais determinaram a utilização de 7 e 9 fatores finais, respectivamente. Como resultado da AFE, têm-se os escores fatoriais brutos e padronizados, com os quais foram formados um ranqueamento e um agrupamento da classificação de risco dos países analisados por meio, respectivamente, da ordenação decrescente dos escores e do Método de Ward, considerando-se a distância euclidiana. Por fim, os postos dos ranqueamentos da metodologia proposta foram comparados aos postos das atuais classificações das agências S&P, Moody's e Fitch pelo Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman, o qual avaliou a existência de uma certa correlação, com coeficientes variando entre 0,638 e 0,778, entre os postos dos países classificados pelas agências e os postos dos ranqueamentos propostos.

Neste momento, é importante citar que o desenvolvimento deste trabalho somente foi possível devido ao grande esforço destinado à coleta dos 560 (quinhentos e sessenta) dados originais, os quais geraram 720 (setecentos e vinte) dados das 36 (trinta e seis) variáveis analisadas. Para tanto, foi necessário consultar 69 (sessenta e nove) diferentes fontes de dados (vide subseção 3.3).

Com tal número de variáveis, poder-se-ia esperar que houvesse correlações e redundâncias entre elas. Para tanto, o método de descarte de variáveis a partir da Análise de Componentes Principais mostrou-se coerente, uma vez que as 17 variáveis descartadas apresentaram alguma correlação quanto às variáveis remanescentes.

A Análise Fatorial Exploratória, por sua vez, desempenhou satisfatoriamente seu papel fundamental neste estudo, considerando-se os dois critérios da quantidade final de fatores, ou seja, o da raiz latente e o de percentagem da variância – que, valendo-se de sete e nove fatores, explicaram 87,76% e 93,07% da variação dos dados amostrados, respectivamente. Ademais, apesar da diferença de 5,3% da variância dos dados, ambas as análises fatoriais apresentaram ranqueamentos similares, divergindo em oito ocasiões: em seis delas, por um posto e, em apenas duas, por dois postos, proporcionando que o Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman atingisse o valor de 0,989 – uma correlação, portanto, quase perfeita entre os ranqueamentos com sete e nove fatores.

Como os Coeficientes de Correlação de Postos de Spearman apresentaram uma moderada correlação entre os ranqueamentos das agências e os ranqueamentos propostos, infere-se que as análises aplicadas neste trabalho eliminaram a subjetividade das análises das agências classificadoras de risco. Com isto, deduz-se que este trabalho atingiu o objetivo de gerar uma classificação de risco dos países analisados sem influência de fatores subjetivos.

A Análise de Agrupamentos, apesar de ser uma metodologia válida, talvez não seja apropriadamente aplicável aos escores brutos, uma vez que houve uma simples aglomeração dos valores positivos num grupo e dos valores negativos no outro.

Nas análises da AFE, o Brasil figura na décima colocação, abaixo de países fortemente atingidos pela crise econômica de 2008, como Itália, França e Japão, que ainda possuem *ratings* elevados pelas agências classificadoras de risco. Esta posição, porém, pode ser considerada um bom resultado, ponderando tratar-se de

um comparativo ante os demais 18 países mais ricos do mundo e a União Europeia, principalmente por ter superado países que as agências de classificação de risco avaliam ser melhores que o Brasil, tais como Coreia do Sul (quatro níveis do QUADRO 1 acima do Brasil), Arábia Saudita (cinco níveis do QUADRO 1 acima do Brasil), China (três níveis do QUADRO 1 acima do Brasil) e México (um nível do QUADRO 1 acima do Brasil).

É importante ressaltar que, apesar de a Argentina aparecer em 13º no ranqueamento, este índice está sujeito a contaminações devido à qualidade dos dados, conforme descrito na subseção 3.3.

Apreciando tudo o que já foi exposto aqui, as Entidades Fechadas de Previdência Complementar poderiam empregar a metodologia desenvolvida neste trabalho na verificação do risco de crédito dos investimentos, lançando mão, assim, de uma ferramenta idônea e isenta de subjetividades.

Por fim, eis algumas sugestões para trabalhos futuros: que a amostra de dados seja expandida, por exemplo, aos países-membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE); que a coleta de dados abranja períodos imediatamente anteriores às moratórias, verificando-se se os países que entraram em moratória encontram-se nas posições inferiores do ranqueamento; que países com baixas classificações sejam incluídos e comparados aos países atualmente analisados; e ainda que esses dados sejam aproveitados para treinar um modelo discriminante linear de Fisher e/ou uma rede neural para classificar outros países.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. J. F. **Alterações no *rating* soberano e o impacto nos retornos do índice ibovespa e spread do risco país**. Trabalho apresentado no V Encontro de Economia Catarinense, Florianópolis, 2011.

ANABBPREV. **Política de Investimentos ANABBPprev 2012**. Disponível em: <<http://www.anabbprev.com.br>>. Acesso em: 23/03/2012.

APPELBAUM, B.; DASH, E. S.& P. Downgrades Debt Rating of U.S. for the First Time. **The New York Times**, New York, 5 agosto 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/HJ50b>>. Acesso em: 10/4/2013.

AQUINO, R.; MORENO, R. **Uma medida de risco soberano para o decisor financeiro**. Trabalho apresentado no II Encontro Brasileiro de Finanças, Rio de Janeiro, 2002.

ARGENTINA. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Serie histórica del Índice de Precios al Consumidor. Disponível em: <<http://goo.gl/WblqF>>. Acesso em: 10/1/2013a.

ARGENTINA. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/C4LMc>>. Acesso em: 24/1/2013b.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. **Curso de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES FECHADAS DE PREVIDÊNCIA COMPLEMENTAR (ABRAPP). **Dicionário de Termos Técnicos da Previdência Complementar Fechada**. Disponível em: <<http://goo.gl/CXcHr>>. Acesso em: 18/06/2012.

AUSTRALIA. Australian Bureau of Statistics. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/3wpMo>>. Acesso em: 13/1/2013a.

AUSTRALIA. Reserve Bank of Australia. Debt securities outstanding. Disponível em: <<http://goo.gl/YGPBX>>. Acesso em: 6/1/2013b.

BANESPREV – Fundo Banespa de Seguridade Social. Disponível em: <<http://www.banesprev.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Basel Committee on Banking Supervision. International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework Comprehensive Version, jun 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/EZCrX>>. Acesso em: 3/4/2013.

BARTLETT, M. S. **Internal and External Factor Analysis**. British Journal of Psychology (Statistical Section), v. 1, p. 73-81. 1948.

BLACKMAN, J. I.; MUKHI, R. **The Evolution of Modern Sovereign Debt Litigation: Vultures, Alter Egos, and Other Legal Fauna**. v. 73, n. 4 Law and Contemporary Problems p. 47-61. Duke University School of Law. Durham, North Carolina. Disponível em: <<http://goo.gl/kQY0c>>. Acesso em: 1/4/2013.

BONE, R. B., *Ratings soberanos e corporativos: mecanismos, fundamentos e análise crítica*. **Perspectiva Econômica**, São Leopoldo, v. 2, n. 1, jan-jun/2006. Disponível em: <<http://goo.gl/0iVC7>>. Acesso em: 08/03/2013.

BRASIL. Banco Central do Brasil. Conselho Monetário Nacional. Resolução n. 3792, de 24 de setembro de 2009. Dispõe sobre as diretrizes de aplicação dos recursos garantidores dos planos administrados pelas entidades fechadas de previdência complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 set. 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/umiS0>>. Acesso em: 15/06/2012.

BRASIL. Lei Complementar n. 109, de 29 de maio de 2001. Dispõe sobre o Regime de Previdência Complementar e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 mai. 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/xwKGq>>. Acesso em: 29/03/2013.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Banco Central do Brasil. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/lBxNx>>. Acesso em: 10/1/2013.

BRASIL. Ministério da Previdência Social (MPAS). **Serviços e Informações/EFPC**. Disponível em: <<http://goo.gl/Bosll>>. Acesso em: 11/06/2012a.

BRASIL. Ministério da Previdência Social (MPAS). Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc). **Boletim estatístico semestral de população e benefícios**: julho a dezembro de 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/yqVox>>. Acesso em: 20/3/2013.

BRASIL. Ministério da Previdência Social (MPAS). Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc). **Estatística trimestral**: setembro 2012b. Disponível em: <<http://goo.gl/8ZNfP>>. Acesso em: 19/03/2013.

CAIXA DE PREVIDÊNCIA DOS FUNCIONÁRIOS DO BANCO DO BRASIL (PREVI). **Políticas de Investimentos (2012/2018)**. Disponível em: <<http://goo.gl/NdHQx>>. Acesso em: 18/06/2012.

CANADA. Department of Finance. Debt Management Report 2011-2012. Disponível em: <<http://goo.gl/ysgpb>>. Acesso em: 23/1/2013a.

CANADA. Statistics Canada. Economic and financial data. Disponível em: <<http://goo.gl/sGnXO>>. Acesso em: 23/1/2013b.

CANTOR, R; PARKER, F. **Determinants and Impact of Sovereign Credit Ratings**. Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review, New York, v. 2, n. 2, p.37-54, out. 1996. Disponível em: <<http://goo.gl/8PTXa>>. Acesso em: 10/06/2012.

CANUTO, O.; SANTOS, P. **Risco Soberano e Prêmios de Risco em Economias Emergentes**. Ministério da Fazenda, Secretaria de Assuntos Internacionais, Temas de Economia Internacional 01. Brasília, 2003. In: <<http://goo.gl/eiTRu>>. Acesso em: 25 de março de 2010.

CARGILLPREV. **Política de Investimentos Revisão 2011**. Disponível em: <<http://www.cargillprev.com.br>>. Acesso em: 23/03/2012.

CARNEIRO, P. E. A. Limites na racionalidade das análises de risco soberano: Testes econométricos, erros, finanças comportamentais e *noise rater risk*. 266 f. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) – Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/4GxZV>>. Acesso em: 7/3/2012.

CATTELL, R. B. 1966. **The Scree Test for the Number of Factors**. Multivariate Behavioral Research 1 (April): 245-76.

CENTRUS. Disponível em: <<http://www.centrus.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

CHAVES NETO, A. **Análise multivariada aplicada à pesquisa**: Notas de aula. Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CHINA. The People's Bank of China. Monetary Policy Analysis Group. China Monetary Policy Report. Disponível em: <<http://goo.gl/55hxT>>. Acesso em: 15/1/2013.

CICERO, D. C.; KERNS, J. G.; MCCARTHY, D. M. The Aberrant Salience Inventory: A new measure of psychosis proneness. **Psychological Assessment**, Washington, DC, v. 22, n. 3, p. 688-701, set 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/we7PA>>. Acesso em: 3/4/2013.

COSTA NETO, P. L. de O. **Estatística**. São Paulo: E. Blucher, 1977.

CRUCES, J. J. **Statistical properties of sovereign credit ratings**. Working Paper Series, University of San Andres, Department of Economics, Buenos Aires, Argentina, Aug. 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/aw6Rx>>. Acesso em: 19/06/2012.

DINIZ, T. C. **Determinantes do risco soberano**: o impacto de variáveis econômicas, políticas e sociais. 132 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

DÍVIDA pública: a experiência brasileira. Brasília (DF): Secretaria do Tesouro Nacional: Banco Mundial, 2009.

DUFF, A.; EINIG, S. Understanding credit ratings quality: Evidence from UK debt market participants. **The British Accounting Review**, Sheffield, UK, v. 41, n. 2, p.107-119, jun 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/pGstR>>. Acesso em: 13/4/2013.

EUROPEAN UNION. European Central Bank. Gross external debt. Disponível em: <<http://goo.gl/TeYjL>>. Acesso em: 17/1/2013a.

EUROPEAN UNION. European Central Bank. United Kingdom Short-term debt. Disponível em: <<http://goo.gl/rf9wA>>. Acesso em: 13/1/2013b.

EUROPEAN UNION. European Commission. Annual real effective exchange rates vs rest of broad group. Disponível em: <<http://goo.gl/rLh52>>. Acesso em: 16/1/2013c.

EUROPEAN UNION. European Commission. Eurostat. General government debt. Disponível em: <<http://goo.gl/VlrAf>>. Acesso em: 21/1/2013d.

EUROPEAN UNION. European Commission. Eurostat. Government debt. Disponível em: <<http://goo.gl/gkW3T>>. Acesso em: 23/1/2013e.

EUROPEAN UNION. European Commission. Eurostat. HICP – Inflation rate. Disponível em: <<http://goo.gl/DC3WM>>. Acesso em: 18/1/2013f.

EUROPEAN UNION. European Commission. Eurostat. National Accounts. Disponível em: <<http://goo.gl/1nw1Q>>. Acesso em: 14/1/2013g.

EUROPEAN UNION. European Commission. Eurostat. News release euroindicators. Disponível em: <<http://goo.gl/PivjL>>. Acesso em: 24/1/2013h.

EVERITT, B. **Cluster analysis**. 3rd ed. London; New York: Edward Arnold: John Wiley, 1993. 170 p.

FACHESF – Fundação Chesf de Assistência e Seguridade Social. Disponível em: <<http://www.fachesf.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FAPES. Disponível em: <<http://www.fapes.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FEDER, G.; UY, L. V. The determinants of international creditworthiness and their policy implications. **Journal of Policy Modeling**, New York, v. 7, n. 1/4, p. 133-156, 1985. Disponível em: <<http://goo.gl/R0kUW>>. Acesso em: 9/4/2013.

FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DO ESTADO DE SÃO PAULO (FECOMERCIO). **Risco Soberano da Dívida: Componentes, Efeitos e Tendências**. In: Cadernos Fecomercio de Economia. São Paulo: Federação do Comércio do Estado de São Paulo, maio 2005.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2011. 676 p.

FESTA, J. **Asset Liability Modeling (ALM): Aplicação em otimização da alocação de ativos**. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Setores de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://goo.gl/s5Yxc>>. Acesso em: 20/2/2013.

FITCH RATINGS. **O Grupo Fitch Ratings**. Disponível em: <<http://goo.gl/ssA7a>>. Acesso em: 18/06/2012a.

FITCH RATINGS. Sovereign Rating Criteria. Disponível em: <<http://goo.gl/grXJF>>. Acesso em: 1/2/2013.

FITCH RATINGS. **Sovereign Rating Methodology**. Disponível em: <<http://www.fitchratings.com>>. Acesso em: 28/03/2013.

FLURY, B. **A first course in multivariate statistics**. New York: Springer, 1997.

FORLUZ. Disponível em: <<http://www.forluz.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FORTUNA, E. **Mercado financeiro: produtos e serviços**. 16. ed., rev. e atual. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 812 p.

FRANCE. Institut National de la Statistique et des Études Économiques. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/mj6fH>>. Acesso em: 8/1/2013.

FRASCAROLI, B. F.; SILVA, L. C.; SILVA FILHO, O. C. **Classificação de ratings de risco soberano de países emergentes a partir de fundamentos macroeconômicos utilizando redes neurais artificiais**. Trabalho apresentado no Fórum BNB de Desenvolvimento – VI Encontro Brasileiro de Finanças, Vitória – ES, 2006.

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FUNCEF – Fundação dos Economistas Federais. Disponível em: <<http://www.funcef.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FUNDAÇÃO Atlântico. Disponível em: <<http://www.fundacaoatlantico.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FUNDAÇÃO CESP. Disponível em: <<http://www.prevcesp.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FUNDAÇÃO Copel. Disponível em: <<http://www.fundacaocopel.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FUNDAÇÃO Itaú Unibanco. Disponível em: <<http://goo.gl/9rFAp>>. Acesso em: 20/3/2013.

FUNDAÇÃO Real Grandeza. Disponível em: <<http://www.frg.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

FUNDAÇÃO Telos. Disponível em: <<http://www.fundacaotelos.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

GERMANY. Statistisches Bundesamt. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/Sk5wJ>>. Acesso em: 24/1/2013.

GROSSO, L. C. F. **O impacto das agências de notificação financeira na conjuntura económica**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Economia Monetária e Financeira) – Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/gNfmo>>. Acesso em: 9/4/2013.

GRUPO DOS 20 (G20). **Dados dos países-membros do G20**. Disponível em: <<http://www.g20.org>>. Acesso em: 28/0/2012.

HAIR JR., J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HECK, S. K. T. **Impacto de alterações de ratings soberanos e tendências de classificação de emissores soberanos sobre o prêmio de risco de países emergentes**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Economia, PUC-RJ, Rio de Janeiro, abril 2002, 68p.

HSBC Fundo de Pensão. Disponível em: <<http://goo.gl/d0jcF>>. Acesso em: 20/3/2013.

INDIA. Ministry of Finance. Department of Economic Affairs. Government debt. Disponível em: <<http://goo.gl/ie8eR>>. Acesso em: 9/1/2013a.

INDIA. Ministry of Finance. Department of Economic Affairs. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/Gjw6L>>. Acesso em: 6/1/2013b.

INDIA. Ministry of Labour and Employment. Labour Bureau. Report on Employment & Unemployment Survey 2011-12. Disponível em: <<http://goo.gl/BUAFX>>. Acesso em: 18/1/2013c.

INDIA. Reserve Bank of India. Indices of real effective exchange rate (REER) and nominal effective exchange rate (NEER) of the Indian rupee. Disponível em: <<http://goo.gl/28lsd>>. Acesso em: 16/1/2013d.

INDONESIA. Bank Sentral Republik Indonesia. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/caEsw>>. Acesso em: 14/1/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **PIB**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 28/03/2012.

INSTITUTO DE PREVIDÊNCIA SOCIAL DOS SERVIDORES PÚBLICOS MUNICIPAIS DE SANTOS (IPREVSANTOS). **Política de Investimentos 2012**. Disponível em: <<http://www.iprevsantos.com.br>>. Acesso em: 23/03/2012.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Fiscal Monitor: Taking Stock – A progress report on fiscal adjustment. Disponível em: <<http://goo.gl/mb3q6>>. Acesso em: 5/1/2013a.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). International Financial Statistics Public Data. Disponível em: <<http://goo.gl/JRQAR>>. Acesso em: 11/1/2013b.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). International Reserves and Foreign Currency Liquidity. Disponível em: <<http://goo.gl/uHv7A>>. Acesso em: 8/1/2013c.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Statement by the IMF Executive Board on Argentina. Disponível em: <<http://goo.gl/YOC8Y>>. Acesso em: 7/4/2013d.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). World Economic Outlook Database. Disponível em: <<http://goo.gl/pPW3V>>. Acesso em: 7/1/2013d.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. World Economic Outlook Database. Apêndice. Disponível em: <<http://goo.gl/eTVGS>>. Acesso em: 13/1/2013e.

ITALIA. BANCA D'ITALIA. External debt. Disponível em: <<http://goo.gl/ZfFKm>>. Acesso em: 21/1/2013.

JAPAN. Ministry of Internal Affairs and Communications. Statistics Bureau. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/DuScJ>>. Acesso em: 22/1/2013.

JOHNSON, D. E. **Applied multivariate methods for data analysts**. Pacific Grove: Brooks / Cole Publishing – ITP, [c1998]. 567p.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2007.

JOLLIFFE, I. T. Discarding Variables in a Principal Component Analysis I: Artificial Data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C, Applied statistics**. London, v. 21, n. 2, p.160-173, 1972. Disponível em: <<http://goo.gl/mWatk>>. Acesso em: 1/4/2013.

JOLLIFFE, I. T. Discarding Variables in a Principal Component Analysis II: Real Data. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C, Applied statistics**. London, v. 22, n. 1, p.21-31, 1973. Disponível em: <<http://goo.gl/VrcE1>>. Acesso em: 1/4/2013.

JOLLIFFE, I. T. **Principal component analysis**. 2th ed. New York: Springer Verlag, 2002.

JUSPREV – Previdência Associativa do Ministério Público e da Justiça Brasileira. Disponível em: <<http://www.jusprev.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

KAISER, H. 1970. **A Second-Generation Little Jiffy**. Psychometrika 35: 401-15.

KAISER, H. 1974. **Little Jiffy**, Mark IV. Educational and Psychology Measurement 34: 111-17.

KENDALL, M. G. **Multivariate analysis**. 2. ed. London ; High Wycombe: Charles Griffin, 1980. 210 p.

KLEIN, A. Borrowers find system open to conflicts, manipulation. **The Washington Post**, Washington, DC, 21 nov 2012. Business, Industries, Financial Services. Disponível em: <<http://goo.gl/FKCU>>. Acesso em: 11/4/2013.

LARRAIN, G.; REISEN, H.; VON MALTZAN, J. **Emerging Market Risk and Sovereign Credit Ratings**. OECD, Centro de Desenvolvimento, Departamento de Serviços de Publicação, Apr. 1997, (Technical Papers, n. 24).

LEMOS, J. J. S. **Indicadores de Degradação no Nordeste Sub-Úmido e Semi-Árido**. Revista SOBER, 2000, p.1-10.

LIRA, S. A. **Efeitos do erro amostral nas estimativas dos parâmetros do modelo fatorial ortogonal**. 193 f. Tese (Doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://goo.gl/dY1yu>>. Acesso em: 2/4/2013.

MACHADO, R. M. **Ratings Soberanos do Brasil: um estudo sobre os impactos de suas mudanças sobre o spread do c-bond**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979.

MARKOSKI, A. S. **Efeitos de mudanças de ratings soberanos sobre o mercado acionário brasileiro**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

MÁTTAR, J. **Metodologia científica na era da informática**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005. 286 p.

MCNEIL, A. J. **Quantitative risk management: concepts, techniques and tools**. Princeton, N.J.: Princeton University Press, c2005. 538 p.

MÉXICO. Banco de México. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/mX66J>>. Acesso em: 15/1/2013.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. 2. ed., atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2009. 204 p.

MOODY'S. **Moody's History: A Century of Market Leadership**. Disponível em: <<http://goo.gl/zz23S>>. Acesso em: 18/06/2012b.

MOODY'S. **Sistema de Ratings da Moody's**. Disponível em: <<http://www.moody's.com>>. Acesso em: 28/03/2012a.

MOODY'S. Sovereign Bond Ratings. set 2008. Disponível em: <<http://goo.gl/UxEig>>. Acesso em: 1/2/2013c.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos**: tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2006. 391 p.

MÚTUOPREV. Disponível em: <<http://www.mutuoprev.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

NEWTON, J. M.; JOLLY, B. C.; OCKERBY, C. M.; CROSS, W. M. Clinical Learning Environment Inventory: factor analysis. **Journal of Advanced Nursing**, Malden, MA, v. 66, n. 6, p.1371-1381, jun 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/JGDwD>>. Acesso em: 10/4/2013.

OAB Prevgo. Disponível em: <<http://www.oabprevgo.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

OABPREV. Disponível em: <<http://www.oabprev-mg.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

OABPREV-PR. Disponível em: <<http://www.oabprev-pr.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

OABPREV-RJ – Previdência do Advogado do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.oabprev-rj.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

OABPREV-SC – Fundo de Pensão Multipatrocinado da Ordem dos Advogados do Brasil Seccional de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.oabprev-sc.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

OABPREV-SP – Plano de Previdência Complementar dos Advogados de São Paulo. Disponível em: <<http://www.oabprev-sp.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Países do mundo**. Disponível em: <<http://www.onu.org>>. Acesso em: 28/03/1012.

PARTNOY, F. The siskel and ebert of financial markets: two thumbs down for the credit rating agencies. *Washington University Law Quarterly*, v. 77, p. 619-712, 1999. Disponível em: <<http://goo.gl/JQW5t>>. Acesso em: 10/4/2013.

PEARSON, K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III. Regression, Heredity, and Panmixia. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical & Engineering Sciences**. London, n. 187, p. 253-318, jan 1896. Disponível em: <<http://goo.gl/8ts2Z>>. Acesso em: 25/4/2013.

PLA, L. E. **Análisis multivariado**: método de componentes. Washington: OEA, 1986. 94 p.

PORTAL Petros. Disponível em: <<http://www.petros.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

POSTALIS – Instituto de Seguridade Social dos Correios e Telégrafos. Disponível em: <<http://www.postalis.org.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

PREVI – Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil. Disponível em: <<http://www.previ.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

PREVIDÊNCIA Usiminas. Disponível em: <<http://goo.gl/K59SI>>. Acesso em: 20/3/2013.

QUANTA Previdência Unicred. Disponível em: <<http://goo.gl/fHCtR>>. Acesso em: 20/3/2013.

REPUBLIC OF KOREA. Ministry of Strategy and Finance. Statistics Korea. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/nNMhC>>. Acesso em: 13/1/2013.

ROMESBURG, C. H. **Cluster analysis for researchers**. Malaban: Krieger, 1990.

ROSSATO, M. V. **Qualidade Ambiental e Qualidade de Vida nos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul**. 149 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

ROWLAND, P. Determinants of Spread, Credit Ratings and Creditworthiness for Emerging Market Sovereign Debt: A Follow-Up Study Using Pooled Data Analysis. **Borradores de Economia**, Banco de la República, Bogotá, n. 296, 2004. Disponível em: <<http://goo.gl/DDfXI>>. Acesso em: 30/7/2012.

ROWLAND, P.; TORRES, J. Determinants of Spread and Creditworthiness for Emerging Market Sovereign Debt: A Panel Data Study. **Borradores de Economia**, Banco de la República, Bogotá, n. 295, 2004. Disponível em: <<http://goo.gl/kHPfQ>>. Acesso em: 30/7/2012.

RUSSIAN FEDERATION. MINISTRY OF FINANCE OF THE RUSSIAN FEDERATION. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/v7sDv>>. Acesso em: 20/1/2013.

SCARABEL, M. V. P. **Alterações no *rating* soberano e o impacto nos retornos do índice ibovespa e *spread* do risco país**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/7zCKQ>>. Acesso em: 20/11/2012.

SHARMA, S. **Applied multivariate techniques**. New York: J.Wiley, 1996.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA, D. P. da. **Avaliação da qualidade em serviço de entrega em domicílio no setor farmacêutico: uma aplicação do método servqual, usando a análise fatorial**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://goo.gl/w7wSQ>>. Acesso em: 2/4/2013.

SISTEL – Fundação Sistel de Seguridade Social. Disponível em: <<http://www.sistel.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

SOARES, A. C. L. G. *et al.* **Índice de Desenvolvimento Municipal: Hierarquização dos Municípios do Ceará no ano de 1997**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 97, p. 71-89, set./dez. 1999.

SOUSA, V. D.; WILLIAMS, J. K.; BARNETTE, J. J.; REED, D. A. A new scale to measure family members' perception of community health care services for persons with Huntington disease. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, Malden, MA, v. 16, n. 3, p. 470-475, jun 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/oa3qj>>. Acesso em: 10/4/2013.

SOUTH AFRICA. South African Reserve Bank. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/bCZvR>>. Acesso em: 21/1/2013a.

SOUTH AFRICA. Statistics South Africa. Consumer Price Index. Disponível em: <<http://goo.gl/y4gXE>>. Acesso em: 16/1/2013b.

SOUZA, R. A. G. de. **Índice de risco soberano: uma alternativa aos atuais indicadores**. Mestrado (Administração de Empresas: Ênfase em Finanças) – Departamento de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/L3O7v>>. Acesso em: 1/10/2012.

STANDARD & POOR'S (S&P). **A History of Standard & Poor's**. Disponível em: <<http://goo.gl/QF2HH>>. Acesso em: 18/06/2012a.

STANDARD & POOR'S (S&P). **Criteria, Governments, Sovereigns: Sovereign Government Rating Methodology And Assumptions**, 30 jun 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/HMFRm>>. Acesso em: 1/3/2013.

STANDARD & POOR'S (S&P). **Escala Global Standard & Poor's**. Disponível em: <<http://www.standardandpoors.com>>. Acesso em: 28/03/2012b.

STANDARD & POOR'S. Sovereign Rating And Country T&C Assessment Histories. Disponível em: <<http://goo.gl/TV4qO>>. Acesso em: 30/1/2013.

TAMURA, K. **The problem of sovereign debt restructuring**: How can we deal with Holdout problem legally?. Trabalho Acadêmico (International Finance Seminar) – Área de Concentração em International Finance, Master of Laws, Harvard Law School, Cambridge, Massachusetts, 2002. Disponível em: <<http://goo.gl/ahuuf>>. Acesso em: 4/4/2013.

TAVARES, R. M. S. **Efeitos de mudanças de ratings soberanos de países emergentes sobre o mercado acionário brasileiro**. 113 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

THOMPSON, R. D. *et al.* Using the Children's Depression Inventory in youth with inflammatory bowel disease: support for a physical illness-related factor. **Comprehensive Psychiatry**, Amsterdam, v. 53, n. 8, p. 1194-1199, nov 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/vp6Ui>>. Acesso em: 2/2/2013.

THOMSON, S. G. **The Factor Analysis of Human Ability**. London U.P. 1939.

TICHY, G. Did Rating Agencies Boost the Financial Crisis?. **Intereconomics: Review of European Economic Policy**, Hamburg, v. 46, n. 5, p. 232-245, set-out/2011. Disponível em: <<http://goo.gl/HJAS7>>. Acesso em: 9/4/2013.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL. Corruption Perceptions Index (CPI). Disponível em: <<http://goo.gl/5afOL>>. Acesso em: 7/1/2013.

TURKEY. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasi. Real effective exchange rate. Disponível em: <<http://goo.gl/Vzwhv>>. Acesso em: 11/1/2013a.

TURKEY. Türkiye İstatistik Kurumu. Special Data Dissemination Standard. Disponível em: <<http://goo.gl/6Ldgy>>. Acesso em: 5/1/2013b.

UNITED KINGDOM. Office for National Statistics. Balance of payments. Disponível em: <<http://goo.gl/Ymxs5>>. Acesso em: 25/1/2013.

UNITED NATIONS. World Economic Situation and Prospects 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/HQRv9>>. Acesso em: 5/1/2013.

UNITED STATES. Department of the Treasury. Gross external debt position. Disponível em: <<http://goo.gl/hWOq3>>. Acesso em: 8/1/2013a.

UNITED STATES. Department of the Treasury. Monthly Statement of the Public Debt of the United States. Disponível em: <<http://goo.gl/SiAjR>>. Acesso em: 13/1/2013b.

University of North Florida. **University of North Florida Investment Policy Statement**. Disponível em: <<http://www.unf.edu>>. Acesso em: 23/03/2012.

VALIA. Disponível em: <<http://www.valia.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

VIEIRA, J. G. S. **Metodologia de pesquisa científica na prática**. Curitiba: Fael, 2010. 152 p.

VISÃO Prev. Disponível em: <<http://www.visaoprev.com.br>>. Acesso em: 20/3/2013.

WANDERLEY, M. R. **Políticas de investimento dos fundos de pensão e sua sintonia com as obrigações previdenciárias**. In: Reis, A. Fundos de pensão e mercado de capitais. São Paulo: Peixoto Neto, 2008. p. 149.

WARD JR., J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963. Disponível em: <<http://goo.gl/KCec0>>. Acesso em: 5/4/2013.

WORLD BANK. Argentina data. Disponível em: <<http://goo.gl/1VgSf>>. Acesso em: 9/1/2013a.

WORLD BANK. Australia data. Disponível em: <<http://goo.gl/0aUtL>>. Acesso em: 16/1/2013b.

WORLD BANK. Brazil data. Disponível em: <<http://goo.gl/yhKbg>>. Acesso em: 6/1/2013c.

WORLD BANK. Canada data. Disponível em: <<http://goo.gl/lpb0W>>. Acesso em: 16/1/2013d.

WORLD BANK. China data. Disponível em: <<http://goo.gl/9zu94>>. Acesso em: 13/1/2013e.

WORLD BANK. European Union data. Disponível em: <<http://goo.gl/HrlkB>>. Acesso em: 12/1/2013f.

WORLD BANK. France data. Disponível em: <<http://goo.gl/tynLF>>. Acesso em: 17/1/2013g.

WORLD BANK. Germany data. Disponível em: <<http://goo.gl/WMIEC>>. Acesso em: 25/1/2013h.

WORLD BANK. Gross central government debt position. Disponível em: <<http://goo.gl/tXeAK>>. Acesso em: 5/1/2013i.

WORLD BANK. India data. Disponível em: <<http://goo.gl/Ok4zg>>. Acesso em: 11/1/2013j.

WORLD BANK. Indonesia data. Disponível em: <<http://goo.gl/QzsRn>>. Acesso em: 12/1/2013k.

WORLD BANK. Italy data. Disponível em: <<http://goo.gl/LuQzW>>. Acesso em: 14/1/2013l.

WORLD BANK. Japan data. Disponível em: <<http://goo.gl/YtQiC>>. Acesso em: 23/1/2013m.

WORLD BANK. Mexico data. Disponível em: <<http://goo.gl/ig28h>>. Acesso em: 9/1/2013n.

WORLD BANK. Net domestic credit. Disponível em: <<http://goo.gl/L1eL4>>. Acesso em: 14/1/2013o.

WORLD BANK. Republic of Korea data. Disponível em: <<http://goo.gl/AhU3q>>. Acesso em: 16/1/2013p.

WORLD BANK. Russian Federation data. Disponível em: <<http://goo.gl/gTvQF>>. Acesso em: 15/1/2013q.

WORLD BANK. Saudi Arabia data. Disponível em: <<http://goo.gl/cY9L7>>. Acesso em: 18/1/2013r.

WORLD BANK. Short-term debt. Disponível em: <<http://goo.gl/8NEal>>. Acesso em: 12/1/2013s.

WORLD BANK. South Africa data. Disponível em: <<http://goo.gl/I3Mzx>>. Acesso em: 17/1/2013t.

WORLD BANK. Total reserves. Disponível em: <<http://goo.gl/kkRI0>>. Acesso em: 13/1/2013u.

WORLD BANK. Turkey data. Disponível em: <<http://goo.gl/nZbZE>>. Acesso em: 7/1/2013v.

WORLD BANK. United Kingdom data. Disponível em: <<http://goo.gl/virg8>>. Acesso em: 11/1/2013w.

WORLD BANK. United States data. Disponível em: <<http://goo.gl/oNWBA>>. Acesso em: 6/1/2013x.

WORLD BANK. Worldwide governance indicators. Disponível em: <<http://goo.gl/FiM0q>>. Acesso em: 8/1/2013y.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - DADOS COLETADOS	121
APÊNDICE 2 - VARIÁVEIS	128
APÊNDICE 3 - EXEMPLOS DE CÁLCULO DAS MEDIDAS DE SIMILARIDADE...	134
APÊNDICE 4 - EXEMPLOS DE AGRUPAMENTO PELOS PROCEDIMENTOS HIERÁRQUICOS AGLOMERATIVOS	138
APÊNDICE 5 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS	151
APÊNDICE 6 - MAPAS COM AS CLASSIFICAÇÕES DOS <i>RATINGS</i> SOBERANOS DOS MEMBROS DO G20	154

APÊNDICE 1 - DADOS COLETADOS

Neste apêndice, encontram-se todos os dados coletados para a elaboração das variáveis deste trabalho. Estes dados também podem ser obtidos, em formato xls, através do link <http://goo.gl/7YT3u>.

1.1 DADOS COLETADOS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA E ARÁBIA SAUDITA

TABELA 23 - DADOS COLETADOS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA E ARÁBIA SAUDITA

ÍNDICE	UNIDADE	ÁFRICA DO SUL	ALEMANHA	ARÁBIA SAUDITA
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	-13.483	203.929	158.494
Crescimento das exportações	%	5,65%	7,81%	4,69%
Crescimento do crédito doméstico	%	2,70%	-0,98%	4079,33%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	0	1	0
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	38,69%	177,31%	0,00%
Dívida do Governo	Milhões USD	140.381,8	1.716.852,6	0,0
Dívida Externa	Milhões USD	131.555	5.857.581	0
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	-1,869	1,534	-0,431
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	-1,134	0,864	-0,300
Exportações	Milhões USD	117.660	1.806.681	355.395
Histórico de inadimplência	Dicotômica	1993	1948	0
Importações	Milhões USD	120.141	1.623.819	176.723
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	43	79	44
Inflação	%	6,05%	2,27%	5,30%
Investimento/PIB	%	19,73%	18,26%	21,07%
PIB	Milhões USD	408.689	3.607.364	597.086
PIB <i>per capita</i>	USD	8.078,451	44.110,989	21.196,287
Poupança Doméstica/PIB	%	16,40%	23,92%	47,62%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	-1,672	1,512	0,005
Receita/PIB	%	27,51%	44,55%	53,30%
Reservas	Milhões USD	48.748,268	234.104,163	556.570,991
Resultado Fiscal	Milhões USD	-18.730,217	-28.137,439	83.317,380
Resultado Primário/PIB	%	-2,08%	0,95%	14,08%
Serviço da Dívida	Milhões USD	6.906,025	66.243,860	0,000
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	99,071	96,721	102,378
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	3,12%	3,10%	7,06%
Taxa de Desemprego	%	23,92%	5,98%	10,00%

FONTE: O autor (2013)

1.2 DADOS COLETADOS DE ARGENTINA, AUSTRÁLIA E BRASIL

TABELA 24 - DADOS COLETADOS DE ARGENTINA, AUSTRÁLIA E BRASIL

ÍNDICE	UNIDADE	ARGENTINA	AUSTRÁLIA	BRASIL
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	-299	-33.522	-52.480
Crescimento das exportações	%	5,52%	-1,22%	2,93%
Crescimento do crédito doméstico	%	36,72%	7,09%	15,39%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	0	1	0
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	36,03%	682,15%	11,97%
Dívida do Governo	Milhões USD	179.798,4	423.989,6	1.176.597,1
Dívida Externa	Milhões USD	141.269	1.294.379	428.382
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	-0,159	1,739	-0,009
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	0,198	0,869	-0,036
Exportações	Milhões USD	97.342	293.650	294.453
Histórico de inadimplência	Dicotômica	2005	0	1990
Importações	Milhões USD	87.119	272.779	312.617
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	35	85	43
Inflação	%	9,51%	3,10%	6,50%
Investimento/PIB	%	26,10%	27,19%	20,56%
PIB	Milhões USD	444.612	1.486.914	2.492.907
PIB <i>per capita</i>	USD	10.959,082	66.371,218	12.788,551
Poupança Doméstica/PIB	%	22,46%	24,93%	18,45%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	-0,736	1,790	0,166
Receita/PIB	%	37,28%	31,95%	35,01%
Reservas	Milhões USD	46.265,809	46.714,035	352.010,242
Resultado Fiscal	Milhões USD	-13.547,328	-65.632,384	-65.314,163
Resultado Primário/PIB	%	-0,11%	-4,04%	3,09%
Serviço da Dívida	Milhões USD	5.623,745	11.199,654	109.289,226
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	93,15525876	123,384	153,893
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	8,87%	2,14%	2,73%
Taxa de Desemprego	%	7,15%	5,08%	5,97%

FONTE: O autor (2013)

1.3 DADOS COLETADOS DE CANADÁ, CHINA E COREIA DO SUL

TABELA 25 - DADOS COLETADOS DE CANADÁ, CHINA E COREIA DO SUL

ÍNDICE	UNIDADE	CANADÁ	CHINA	COREIA DO SUL
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	-48.906	201.720	26.505
Crescimento das exportações	%	4,59%	8,77%	9,52%
Crescimento do crédito doméstico	%	224,63%	17,14%	4,56%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	1	0	1
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	506,45%	14,65%	165,88%
Dívida do Governo	Milhões USD	835.977,5	1.143.408,1	369.052,6
Dívida Externa	Milhões USD	1.351.144	785.200	419.375
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	1,849	0,119	1,232
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	1,040	-0,698	0,233
Exportações	Milhões USD	541.063	2.296.099	626.880
Histórico de inadimplência	Dicotômica	1935	1939	0
Importações	Milhões USD	562.358	1.998.294	604.305
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	84	39	56
Inflação	%	2,66%	4,10%	4,16%
Investimento/PIB	%	22,79%	48,58%	29,45%
PIB	Milhões USD	1.738.954	7.298.147	1.116.247
PIB <i>per capita</i>	USD	50.496,043	5.416,668	22.424,062
Poupança Doméstica/PIB	%	19,97%	51,35%	31,83%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	1,683	-0,203	0,953
Receita/PIB	%	38,27%	22,66%	23,42%
Reservas	Milhões USD	65.819,021	3.254.674,122	306.934,543
Resultado Fiscal	Milhões USD	-76.427,028	-90.788,949	20.338,020
Resultado Primário/PIB	%	-3,92%	-0,74%	0,93%
Serviço da Dívida	Milhões USD	9.462,240	29.651,965	-13.193,570
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	114,009	121,909	83,28611898
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	2,41%	9,24%	3,63%
Taxa de Desemprego	%	7,47%	4,10%	3,41%

FONTE: O autor (2013)

1.4 DADOS COLETADOS DE ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA

TABELA 26 - DADOS COLETADOS DE ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA

ÍNDICE	UNIDADE	ESTADOS UNIDOS	FRANÇA	ÍNDIA
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	-465.928	-54.169	-62.756
Crescimento das exportações	%	6,68%	5,27%	12,92%
Crescimento do crédito doméstico	%	6,03%	3,65%	18,79%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	1	1	0
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	361,33%	203,26%	26,13%
Dívida do Governo	Milhões USD	12.258.785,0	1.932.957,2	911.578,7
Dívida Externa	Milhões USD	15.850.320	5.112.481	280.804
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	1,406	1,364	-0,029
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	0,538	0,612	-1,201
Exportações	Milhões USD	2.094.200	747.488	455.266
Histórico de inadimplência	Dicotômica	1971	1812	1972
Importações	Milhões USD	2.662.300	825.410	551.610
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	73	71	36
Inflação	%	3,08%	2,14%	6,49%
Investimento/PIB	%	15,49%	20,64%	35,04%
PIB	Milhões USD	15.075.675	2.778.085	1.826.811
PIB <i>per capita</i>	USD	48.327,861	44.007,331	1.513,618
Poupança Doméstica/PIB	%	12,19%	18,69%	31,60%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	1,485	1,110	-0,340
Receita/PIB	%	31,40%	50,83%	18,52%
Reservas	Milhões USD	537.267,272	168.490,352	298.739,486
Resultado Fiscal	Milhões USD	-1.516.311,392	144.238,173	164.376,454
Resultado Primário/PIB	%	-7,78%	-2,72%	-4,83%
Serviço da Dívida	Milhões USD	211.684,305	51.925,958	52.175,104
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	86,917	98,131	100,81
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	1,81%	1,69%	6,84%
Taxa de Desemprego	%	8,95%	9,63%	3,80%

FONTE: O autor (2013)

1.5 DADOS COLETADOS DE INDONÉSIA, ITÁLIA E JAPÃO

TABELA 27 - DADOS COLETADOS DE INDONÉSIA, ITÁLIA E JAPÃO

ÍNDICE	UNIDADE	INDONÉSIA	ITÁLIA	JAPÃO
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	1.719	-71.670	119.304
Crescimento das exportações	%	6,06%	5,63%	-0,08%
Crescimento do crédito doméstico	%	21,88%	2,74%	0,79%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	0	1	1
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	34,66%	221,79%	165,88%
Dívida do Governo	Milhões USD	199.486,9	2.326.606,9	11.910.161,1
Dívida Externa	Milhões USD	243.649	2.484.453	2.976.672
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	-0,241	0,447	1,346
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	-0,820	0,586	0,973
Exportações	Milhões USD	222.949	632.726	893.041
Histórico de inadimplência	Dicotômica	2002	0	1952
Importações	Milhões USD	210.990	665.255	946.934
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	32	42	74
Inflação	%	3,79%	3,65%	-0,29%
Investimento/PIB	%	32,77%	19,63%	19,87%
PIB	Milhões USD	846.450	2.198.732	5.866.540
PIB <i>per capita</i>	USD	3.511,799	36.266,876	45.869,720
Poupança Doméstica/PIB	%	32,97%	16,37%	21,90%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	-0,325	0,754	0,898
Receita/PIB	%	17,82%	46,09%	30,56%
Reservas	Milhões USD	110.136,606	169.872,402	1.295.838,777
Resultado Fiscal	Milhões USD	-6.492,272	-84.035,537	-574.510,262
Resultado Primário/PIB	%	0,49%	0,77%	-8,92%
Serviço da Dívida	Milhões USD	9.917,194	93.358,181	78.486,308
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	160,2620087	99,362	104,434
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	6,46%	0,43%	-0,76%
Taxa de Desemprego	%	6,56%	8,43%	4,57%

FONTE: O autor (2013)

1.6 DADOS COLETADOS DE MÉXICO, REINO UNIDO E RÚSSIA

TABELA 28 - DADOS COLETADOS DE MÉXICO, REINO UNIDO E RÚSSIA

ÍNDICE	UNIDADE	MÉXICO	REINO UNIDO	RÚSSIA
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	-11.073	-46.578	98.834
Crescimento das exportações	%	6,73%	4,41%	4,98%
Crescimento do crédito doméstico	%	8,76%	-1,07%	26,83%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	0	1	0
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	34,40%	361,79%	14,06%
Dívida do Governo	Milhões USD	289.915,6	2.021.199,5	165.958,0
Dívida Externa	Milhões USD	221.538	10.286.671	594.700
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	0,324	1,548	-0,404
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	-0,696	0,374	-0,875
Exportações	Milhões USD	365.243	794.590	576.863
Histórico de inadimplência	Dicotômica	1982	1932	1998
Importações	Milhões USD	380.614	833.240	414.055
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	34	74	28
Inflação	%	3,82%	4,66%	6,10%
Investimento/PIB	%	25,10%	14,78%	23,16%
PIB	Milhões USD	1.153.958	2.431.310	1.850.401
PIB <i>per capita</i>	USD	10.146,041	38.811,424	12.993,358
Poupança Doméstica/PIB	%	24,16%	12,87%	28,50%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	0,348	1,620	-0,354
Receita/PIB	%	22,14%	36,79%	38,36%
Reservas	Milhões USD	149.208,132	94.544,038	497.410,248
Resultado Fiscal	Milhões USD	-39.188,414	-207.804,066	28.884,760
Resultado Primário/PIB	%	-0,95%	-5,70%	1,91%
Serviço da Dívida	Milhões USD	20.295,232	66.890,719	8.923,758
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	93,078	84,853	131,981
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	3,94%	0,76%	4,30%
Taxa de Desemprego	%	5,22%	8,02%	6,50%

FONTE: O autor (2013)

1.7 DADOS COLETADOS DE TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA

TABELA 29 - DADOS COLETADOS DE TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA

ÍNDICE	UNIDADE	TURQUIA	UNIÃO EUROPEIA
Balança de Transações Correntes	Milhões USD	-77.141	34.485
Crescimento das exportações	%	6,39%	4,36%
Crescimento do crédito doméstico	%	17,51%	0,17%
Desenvolvimento econômico	Dicotômica	0	1
Dívida de Curto Prazo/Reservas	%	95,30%	165,88%
Dívida do Governo	Milhões USD	273.759,6	14.528.931,5
Dívida Externa	Milhões USD	326.251	40.349.560
Efetividade do Governo	Ranque: -2,5/2,5	0,409	1,160
Estabilidade Política	Ranque: -2,5/2,5	-0,927	0,767
Exportações	Milhões USD	183.988	7.646.663
Histórico de inadimplência	Dicotômica	1982	0
Importações	Milhões USD	252.912	7.443.739
Índice de Corrupção	Ranque: 0/100	49	66,67
Inflação	%	10,45%	3,10%
Investimento/PIB	%	23,82%	19,05%
PIB	Milhões USD	774.336	17.610.826
PIB <i>per capita</i>	USD	10.362,609	32.476,890
Poupança Doméstica/PIB	%	13,86%	19,25%
Qualidade da Regulação	Ranque: -2,5/2,5	0,422	1,216
Receita/PIB	%	34,56%	43,96%
Reservas	Milhões USD	87.937,258	83.040,280
Resultado Fiscal	Milhões USD	-1.726,769	-788.260,572
Resultado Primário/PIB	%	2,35%	-2,06%
Serviço da Dívida	Milhões USD	31.957,504	423.813,156
Taxa de câmbio real	Base 100 (2005)	102,122	91,312
Taxa de Crescimento do PIB (%)	%	8,50%	1,59%
Taxa de Desemprego	%	9,79%	11,70%

FONTE: O autor (2013)

APÊNDICE 2 - VARIÁVEIS

Neste apêndice, encontram-se todas as variáveis utilizadas para a elaboração dos resultados deste trabalho. Por motivos de editoração, apresenta-se aqui a forma transposta do que foi descrito na subseção 3.4.1. Entretanto, estas variáveis também podem ser obtidas, em formato xls, conforme explanado na subseção 3.4.1 através do link <http://goo.gl/7YT3u..>

2.1 VARIÁVEIS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA, ARÁBIA SAUDITA E ARGENTINA

TABELA 30 - VARIÁVEIS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA, ARÁBIA SAUDITA E ARGENTINA

ÍNDICE	UNIDADE	ÁFRICA DO SUL	ALEMANHA	ARÁBIA SAUDITA	ARGENTINA
BTC	Milhões USD	-13.483,00	203.929,00	158.494,00	-299,00
BTC_P	%	-3,2991%	5,6531%	26,5446%	-0,0672%
C_EXP	%	5,65%	7,81%	4,69%	5,52%
C_CD	%	2,70%	-0,98%	4079,33%	36,72%
DE	0 ou 1	0	1	0	0
DCP_R	%	38,69%	177,31%	0,00%	36,03%
Div	Milhões USD	140.381,80	1.716.852,60	0,00	179.798,40
DE_E	%	111,81%	324,22%	0,00%	145,13%
DE_P	%	32,19%	162,38%	0,00%	31,77%
Div_E	%	119,31%	95,03%	0,00%	184,71%
Div_P	%	34,35%	47,59%	0,00%	40,44%
EG	Ranque: 2,5/2,5	-1,8687	1,5336	-0,4312	-0,1591
EP	Ranque: -2,5/2,5	-1,1345	0,8642	-0,2997	0,1979
E-I_P	%	-0,61%	5,07%	29,92%	2,30%
Exp_Imp	%	97,93%	111,26%	201,10%	111,73%
Exp_P	%	28,79%	50,08%	59,52%	21,89%
Inad	0 ou 1	1	0	0	1
IC	Ranque: 0/100	43	79	44	35
Inf	%	6,05%	2,27%	5,30%	9,51%
Inv_P	%	19,73%	18,26%	21,07%	26,10%
PIB	Milhões USD	408.689,00	3.607.364,00	597.086,00	444.612,00
PIB_pC	USD	8.078,45	44.110,99	21.196,29	10.959,08
PD_P	%	16,40%	23,92%	47,62%	22,46%
QR	Ranque: -2,5/2,5	-1,6716	1,5116	0,0045	-0,7356

continua

TABELA 30 - VARIÁVEIS DE ÁFRICA DO SUL, ALEMANHA, ARÁBIA SAUDITA E ARGENTINA

ÍNDICE	UNIDADE	conclusão			
		ÁFRICA DO SUL	ALEMANHA	ARÁBIA SAUDITA	ARGENTINA
R_P	%	27,51%	44,55%	53,30%	37,28%
Res	Milhões USD	48.748,27	234.104,16	556.570,99	46.265,81
Res_Imp	%	40,58%	14,42%	314,94%	53,11%
Res_P	%	11,93%	6,49%	93,21%	10,41%
ResF	Milhões USD	-18.730,22	-28.137,44	83.317,38	-13.547,33
ResF_P	%	-4,58%	-0,78%	13,95%	-3,05%
ResP	%	-2,08%	0,95%	14,08%	-0,11%
SD_E	%	5,87%	3,67%	0,00%	5,78%
SD_P	%	1,69%	1,84%	0,00%	1,26%
TCR	Base 100 (2005)	99,071	96,721	102,378	93,155
C_P	%	3,12%	3,10%	7,06%	8,87%
Desemp	%	23,92%	5,98%	10,00%	7,15%

FONTE: O autor (2013)

2.2 VARIÁVEIS DE AUSTRÁLIA, BRASIL, CANADÁ E CHINA

TABELA 31 - VARIÁVEIS DE AUSTRÁLIA, BRASIL, CANADÁ E CHINA

ÍNDICE	UNIDADE	AUSTRÁLIA	BRASIL	CANADÁ	CHINA
BTC	Milhões USD	-33.522,00	-52.480,00	-48.906,00	201.720,00
BTC_P	%	-2,2545%	-2,1052%	-2,8124%	2,7640%
C_EXP	%	-1,22%	2,93%	4,59%	8,77%
C_CD	%	7,09%	15,39%	224,63%	17,14%
DE	0 ou 1	1	0	1	0
DCP_R	%	682,15%	11,97%	506,45%	14,65%
Div	Milhões USD	423.989,60	1.176.597,10	835.977,50	1.143.408,10
DE_E	%	440,79%	145,48%	249,72%	34,20%
DE_P	%	87,05%	17,18%	77,70%	10,76%
Div_E	%	144,39%	399,59%	154,51%	49,80%
Div_P	%	28,51%	47,20%	48,07%	15,67%
EG	Ranque: 2,5/2,5	1,7394	-0,0085	1,8494	0,1194
EP	Ranque: -2,5/2,5	0,8691	-0,0356	1,0403	-0,6983
E-I_P	%	1,40%	-0,73%	-1,22%	4,08%
Exp_Imp	%	107,65%	94,19%	96,21%	114,90%
Exp_P	%	19,75%	11,81%	31,11%	31,46%
Inad	0 ou 1	0	1	0	0
IC	Ranque: 0/100	85	43	84	39
Inf	%	3,10%	6,50%	2,66%	4,10%
Inv_P	%	27,19%	20,56%	22,79%	48,58%

continua

TABELA 31 - VARIÁVEIS DE AUSTRÁLIA, BRASIL, CANADÁ E CHINA

ÍNDICE	UNIDADE	conclusão			
		AUSTRÁLIA	BRASIL	CANADÁ	CHINA
PIB	Milhões USD	1.486.914,00	2.492.907,00	1.738.954,00	7.298.147,00
PIB_pC	USD	66.371,22	12.788,55	50.496,04	5.416,67
PD_P	%	24,93%	18,45%	19,97%	51,35%
QR	Ranque: -2,5/2,5	1,7896	0,1663	1,6832	-0,2032
R_P	%	31,95%	35,01%	38,27%	22,66%
Res	Milhões USD	46.714,04	352.010,24	65.819,02	3.254.674,12
Res_Imp	%	17,13%	112,60%	11,70%	162,87%
Res_P	%	3,14%	14,12%	3,78%	44,60%
ResF	Milhões USD	-65.632,38	-65.314,16	-76.427,03	-90.788,95
ResF_P	%	-4,41%	-2,62%	-4,40%	-1,24%
ResP	%	-4,04%	3,09%	-3,92%	-0,74%
SD_E	%	3,81%	37,12%	1,75%	1,29%
SD_P	%	0,75%	4,38%	0,54%	0,41%
TCR	Base 100 (2005)	123,384	153,893	114,009	121,909
C_P	%	2,14%	2,73%	2,41%	9,24%
Desemp	%	5,08%	5,97%	7,47%	4,10%

FONTE: O autor (2013)

2.3 VARIÁVEIS DE COREIA DO SUL, ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA

TABELA 32 - VARIÁVEIS DE COREIA DO SUL, ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA

ÍNDICE	UNIDADE	COREIA DO SUL	ESTADOS UNIDOS	FRANÇA	ÍNDIA
BTC	Milhões USD	26.505,00	-465.928,00	-54.169,00	-62.756,00
BTC_P	%	2,3745%	-3,0906%	-1,9499%	-3,4353%
C_EXP	%	9,52%	6,68%	5,27%	12,92%
C_CD	%	4,56%	6,03%	3,65%	18,79%
DE	0 ou 1	1	1	1	0
DCP_R	%	165,88%	361,33%	203,26%	26,13%
Div	Milhões USD	369.052,60	12.258.785,00	1.932.957,20	911.578,69
DE_E	%	66,90%	756,87%	683,96%	61,68%
DE_P	%	37,57%	105,14%	184,03%	15,37%
Div_E	%	58,87%	585,37%	258,59%	200,23%
Div_P	%	33,06%	81,31%	69,58%	49,90%
EG	Ranque: 2,5/2,5	1,2324	1,4061	1,3641	-0,0288
EP	Ranque: -2,5/2,5	0,2330	0,5377	0,6118	-1,2011
E-I_P	%	2,02%	-3,77%	-2,80%	-5,27%
Exp_Imp	%	103,74%	78,66%	90,56%	82,53%
Exp_P	%	56,16%	13,89%	26,91%	24,92%

continua

TABELA 32 - VARIÁVEIS DE COREIA DO SUL, ESTADOS UNIDOS, FRANÇA E ÍNDIA

ÍNDICE	UNIDADE					conclusão
		COREIA DO SUL	ESTADOS UNIDOS	FRANÇA	ÍNDIA	
Inad	0 ou 1	0	1	0	1	
IC	Ranque: 0/100	56	73	71	36	
Inf	%	4,16%	3,08%	2,14%	6,49%	
Inv_P	%	29,45%	15,49%	20,64%	35,04%	
PIB	Milhões USD	1.116.247,00	15.075.675,00	2.778.085,00	1.826.811,00	
PIB_pC	USD	22.424,06	48.327,86	44.007,33	1.513,62	
PD_P	%	31,83%	12,19%	18,69%	31,60%	
QR	Ranque: -2,5/2,5	0,9527	1,4850	1,1100	-0,3401	
R_P	%	23,42%	31,40%	50,83%	18,52%	
Res	Milhões USD	306.934,54	537.267,27	168.490,35	298.739,49	
Res_Imp	%	50,79%	20,18%	20,41%	54,16%	
Res_P	%	27,50%	3,56%	6,06%	16,35%	
ResF	Milhões USD	20.338,02	-1.516.311,39	-144.238,17	-164.376,45	
ResF_P	%	1,82%	-10,06%	-5,19%	-9,00%	
ResP	%	0,93%	-7,78%	-2,72%	-4,83%	
SD_E	%	-2,10%	10,11%	6,95%	11,46%	
SD_P	%	-1,18%	1,40%	1,87%	2,86%	
TCR	Base 100 (2005)	83,28611898	86,917	98,131	100,81	
C_P	%	3,63%	1,81%	1,69%	6,84%	
Desemp	%	3,41%	8,95%	9,63%	3,80%	

FONTE: O autor (2013)

2.4 VARIÁVEIS DE INDONÉSIA, ITÁLIA, JAPÃO E MÉXICO

TABELA 33 - VARIÁVEIS DE INDONÉSIA, ITÁLIA, JAPÃO E MÉXICO

ÍNDICE	UNIDADE	INDONÉSIA	ITÁLIA	JAPÃO	MÉXICO
BTC	Milhões USD	1.719,00	-71.670,00	119.304,00	-11.073,00
BTC_P	%	0,2031%	-3,2596%	2,0336%	-0,9596%
C_EXP	%	6,06%	5,63%	-0,08%	6,73%
C_CD	%	21,88%	2,74%	0,79%	8,76%
DE	0 ou 1	0	1	1	0
DGP_R	%	34,66%	221,79%	165,88%	34,40%
Div	Milhões USD	199.486,90	2.326.606,90	11.910.161,10	289.915,60
DE_E	%	109,28%	392,66%	333,32%	60,65%
DE_P	%	28,78%	112,99%	50,74%	19,20%
Div_E	%	89,48%	367,71%	1333,66%	79,38%
Div_P	%	23,57%	105,82%	203,02%	25,12%
EG	Ranque: 2,5/2,5	-0,2412	0,4467	1,3455	0,3239

continua

TABELA 33 - VARIÁVEIS DE INDONÉSIA, ITÁLIA, JAPÃO E MÉXICO

ÍNDICE	UNIDADE	conclusão			
		INDONÉSIA	ITÁLIA	JAPÃO	MÉXICO
EP	Ranque: -2,5/2,5	-0,8200	0,5862	0,9733	-0,6963
E-I_P	%	1,41%	-1,48%	-0,92%	-1,33%
Exp_Imp	%	105,67%	95,11%	94,31%	95,96%
Exp_P	%	26,34%	28,78%	15,22%	31,65%
Inad	0 ou 1	1	0	0	1
IC	Ranque: 0/100	32	42	74	34
Inf	%	3,79%	3,65%	-0,29%	3,82%
Inv_P	%	32,77%	19,63%	19,87%	25,10%
PIB	Milhões USD	846.450,00	2.198.732,00	5.866.540,00	1.153.958,00
PIB_pC	USD	3.511,80	36.266,88	45.869,72	10.146,04
PD_P	%	32,97%	16,37%	21,90%	24,16%
QR	Ranque: -2,5/2,5	-0,3250	0,7538	0,8978	0,3481
R_P	%	17,82%	46,09%	30,56%	22,14%
Res	Milhões USD	110.136,61	169.872,40	1.295.838,78	149.208,13
Res_Imp	%	52,20%	25,53%	136,85%	39,20%
Res_P	%	13,01%	7,73%	22,09%	12,93%
ResF	Milhões USD	-6.492,27	-84.035,54	-574.510,26	-39.188,41
ResF_P	%	-0,77%	-3,82%	-9,79%	-3,40%
ResP	%	0,49%	0,77%	-8,92%	-0,95%
SD_E	%	4,45%	14,75%	8,79%	5,56%
SD_P	%	1,17%	4,25%	1,34%	1,76%
TCR	Base 100 (2005)	160,2620087	99,362	104,434	93,078
C_P	%	6,46%	0,43%	-0,76%	3,94%
Desemp	%	6,56%	8,43%	4,57%	5,22%

FONTE: O autor (2013)

2.5 VARIÁVEIS DE REINO UNIDO, RÚSSIA, TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA

TABELA 34 - VARIÁVEIS DE REINO UNIDO, RÚSSIA, TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA

ÍNDICE	UNIDADE	REINO UNIDO	RÚSSIA	TURQUIA	UNIÃO EUROPEIA
BTC	Milhões USD	-46.578,00	98.834,00	-77.141,00	34.485,00
BTC_P	%	-1,9158%	5,3412%	-9,9622%	0,1958%
C_EXP	%	4,41%	4,98%	6,39%	4,36%
C_CD	%	-1,07%	26,83%	17,51%	0,17%
DE	0 ou 1	1	0	0	1
DCP_R	%	361,79%	14,06%	95,30%	165,88%
Div	Milhões USD	2.021.199,50	165.958,00	273.759,60	14.528.931,45
DE_E	%	1294,59%	103,09%	177,32%	527,68%

continua

TABELA 34 - VARIÁVEIS DE REINO UNIDO, RÚSSIA, TURQUIA E UNIÃO EUROPEIA

						conclusão
ÍNDICE	UNIDADE	REINO UNIDO	RÚSSIA	TURQUIA	UNIÃO EUROPEIA	
DE_P	%	423,09%	32,14%	42,13%		229,12%
Div_E	%	254,37%	28,77%	148,79%		190,00%
Div_P	%	83,13%	8,97%	35,35%		82,50%
EG	Ranque: 2,5/2,5	1,5479	-0,4039	0,4092		1,1598
EP	Ranque: -2,5/2,5	0,3741	-0,8752	-0,9267		0,7674
E-I_P	%	-1,59%	8,80%	-8,90%		1,15%
Exp_Imp	%	95,36%	139,32%	72,75%		102,73%
Exp_P	%	32,68%	31,18%	23,76%		43,42%
Inad	0 ou 1	0	1	1		0
IC	Ranque: 0/100	74	28	49		66,67
Inf	%	4,66%	6,10%	10,45%		3,10%
Inv_P	%	14,78%	23,16%	23,82%		19,05%
PIB	Milhões USD	2.431.310,00	1.850.401,00	774.336,00		17.610.826,00
PIB_pC	USD	38.811,42	12.993,36	10.362,61		32.476,89
PD_P	%	12,87%	28,50%	13,86%		19,25%
QR	Ranque: -2,5/2,5	1,6198	-0,3541	0,4221		1,2165
R_P	%	36,79%	38,36%	34,56%		43,96%
Res	Milhões USD	94.544,04	497.410,25	87.937,26		83.040,28
Res_Imp	%	11,35%	120,13%	34,77%		1,12%
Res_P	%	3,89%	26,88%	11,36%		0,47%
ResF	Milhões USD	-207.804,07	28.884,76	-1.726,77		-788.260,57
ResF_P	%	-8,55%	1,56%	-0,22%		-4,48%
ResP	%	-5,70%	1,91%	2,35%		-2,06%
SD_E	%	8,42%	1,55%	17,37%		5,54%
SD_P	%	2,75%	0,48%	4,13%		2,41%
TCR	Base 100 (2005)	84,853	131,981	102,122		91,312
C_P	%	0,76%	4,30%	8,50%		1,59%
Desemp	%	8,02%	6,50%	9,79%		11,70%

FONTE: O autor (2013)

APÊNDICE 3 - EXEMPLOS DE CÁLCULO DAS MEDIDAS DE SIMILARIDADE

Este apêndice tem por objetivo elucidar as fórmulas das medidas de similaridade apresentadas na subseção 2.5.3.1. Para tanto, considerem-se os seguintes objetos pertencentes ao \mathbb{R}^2 (conjunto dos números reais na dimensão 2): $A = (1,2)$; $B = (0,4)$; $C = (5,0)$. Com isto, pode-se formar a seguinte matriz de dados:

dados\variáveis	X	Y
A	$\left(\begin{array}{c} 1 \\ 0 \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{c} 2 \\ 4 \end{array} \right)$
B	$\left(\begin{array}{c} 0 \\ 5 \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{c} 4 \\ 0 \end{array} \right)$
C	$\left(\begin{array}{c} 5 \\ \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{c} 0 \\ \end{array} \right)$

3.1 DISTÂNCIA EUCLIDIANA

Considerando-se a fórmula original da distância euclidiana, abaixo reproduzida, para obter esta distância entre os pontos A e B, teremos os seguintes cálculos:

$$d(r, s) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (r_i - s_i)^2}$$

$$d(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^2 (A_i - B_i)^2} = \sqrt{(A_1 - B_1)^2 + (A_2 - B_2)^2} = \sqrt{(1 - 0)^2 + (2 - 4)^2}$$

$$d(A, B) = \sqrt{1^2 + (-2)^2} = \sqrt{1 + 4} = \sqrt{5} = 2,236068$$

3.2 DISTÂNCIA DE MANHATTAN (CITY-BLOCK)

Considerando-se a fórmula original da distância de Manhattan, abaixo reproduzida, para obter esta distância entre os pontos A e B, teremos os seguintes cálculos:

$$d(r, s) = \sum_{i=1}^p |r_i - s_i|$$

$$d(A, B) = \sum_{i=1}^p |A_i - B_i| = |A_1 - B_1| + |A_2 - B_2| = |1 - 0| + |2 - 4|$$

$$d(A, B) = |1| + |-2| = 1 + 2 = 3$$

3.3 DISTÂNCIA DE CHEBYSHEV

Considerando-se a fórmula original da distância de Chebyshev, abaixo reproduzida, para obter esta distância entre os pontos A e B, teremos os seguintes cálculos:

$$d(r, s) = \max(|r - s|)$$

$$d(A, B) = \max(|A - B|) = \max(|A_1 - B_1|; |A_2 - B_2|)$$

$$d(A, B) = \max(|1 - 0|; |2 - 4|) = \max(|1|; |-2|) = \max(1; 2)$$

$$d(A, B) = 2$$

3.4 DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS

Como a distância de Mahalanobis considera a matriz de covariância, primeiramente, calcula-se esta pela seguinte matriz:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{var}(X) & \text{cov}(X, Y) \\ \text{cov}(X, Y) & \text{var}(Y) \end{bmatrix}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{3} (1 + 0 + 5) = \frac{6}{3} = 2$$

$$\text{var}(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\text{var}(X) = \frac{1}{3-1} \cdot [(1-2)^2 + (0-2)^2 + (5-2)^2] = \frac{[(-1)^2 + (-2)^2 + 3^2]}{2} = \frac{1+4+9}{2} \therefore$$

$$\text{var}(X) = \frac{14}{2} = 7$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{3} (2 + 4 + 0) = \frac{6}{3} = 2$$

$$\text{var}(Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$\text{var}(Y) = \frac{1}{3-1} \cdot [(2-2)^2 + (4-2)^2 + (0-2)^2] = \frac{[0^2 + 2^2 + (-2)^2]}{2} = \frac{0+4+4}{2} \therefore$$

$$\text{var}(Y) = \frac{8}{2} = 4$$

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{[(1-2)(2-2)] + [(0-2)(4-2)] + [(5-2)(0-2)]}{3-1} \therefore$$

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{[(-1)(0)] + [(-2)(2)] + [(3)(-2)]}{2} = \frac{0-4-6}{2} \therefore$$

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{-10}{2} = -5$$

Com isto, tem-se a matriz de covariância Σ

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 7 & -5 \\ -5 & 4 \end{bmatrix}$$

Dada a matriz de covariância, pode-se calcular a distância entre A e B por meio da fórmula original da distância de Mahalanobis, abaixo reproduzida. Com isto, teremos os seguintes cálculos:

$$d(r, s) = \sqrt{(\underline{x} - \underline{y})^T \Sigma^{-1} (\underline{x} - \underline{y})}$$

$$(\underline{x} - \underline{y}) = \begin{bmatrix} x_A \\ x_B \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_A \\ y_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-2 \\ 0-4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ -4 \end{bmatrix}$$

$$d(r, s) = \sqrt{\begin{bmatrix} -1 \\ -4 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 7 & -5 \\ -5 & 4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -1 \\ -4 \end{bmatrix}}$$

$$d(r, s) = \sqrt{\begin{bmatrix} -1 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1,333333 & 1,666667 \\ 1,666667 & 2,333333 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ -4 \end{bmatrix}}$$

Multiplicando as duas primeiras matrizes, tem-se:

$$d(r, s) = \sqrt{\begin{bmatrix} -8 & -11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ -4 \end{bmatrix}}$$

Multiplicando as duas matrizes restantes, tem-se:

$$d(r, s) = \sqrt{52} = 7,211103$$

APÊNDICE 4 - EXEMPLOS DE AGRUPAMENTO PELOS PROCEDIMENTOS HIERÁRQUICOS AGLOMERATIVOS

Este apêndice tem por finalidade esclarecer os métodos de agrupamentos apresentados na subseção 2.5.3.2.1, principalmente em relação ao cálculo das distâncias entre grupos e indivíduos ou outros grupos. Para os métodos de ligação simples, completa e média, será utilizada a matriz D, a qual contém todas as distâncias entre os pontos R, S, T, U e V. Dados originais, listados na TABELA 35, serão utilizados nos métodos do centroide e de Ward, por sua vez.

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} R & S & T & U & V \end{matrix} \\ \begin{matrix} R \\ S \\ T \\ U \\ V \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 2 & 6 & 10 & 9 \\ 2 & 0 & 5 & 9 & 8 \\ 6 & 5 & 0 & 4 & 5 \\ 10 & 9 & 4 & 0 & 3 \\ 9 & 8 & 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

TABELA 35 - DADOS UTILIZADOS PARA EXEMPLIFICAR OS MÉTODOS HIERÁRQUICOS AGLOMERATIVOS

INDIVÍDUO	VARIÁVEL 1	VARIÁVEL 2
R	1	2
S	2	2
T	3	0
U	1	4
V	3	4

FONTE: O autor (2013)

4.1 LIGAÇÃO SIMPLES

Como os procedimentos hierárquicos aglomerativos agrupam primeiramente os elementos mais próximos entre si, os primeiros pontos a se agruparem são R e S, com distância igual a dois. Esta ligação pode ser observada pelo diagrama de Venn representado na FIGURA 10.

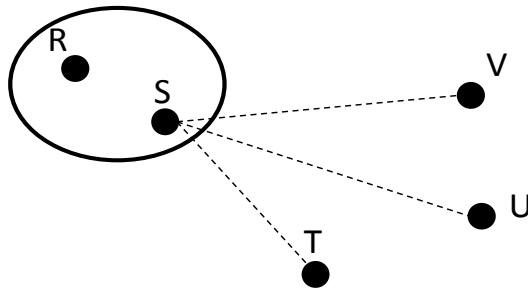


FIGURA 10 - DIAGRAMA DE VENN DO PRIMEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES

Em seguida, são calculadas as distâncias entre este primeiro agrupamento e os demais pontos, representadas pelas linhas pontilhadas na FIGURA 10, conforme descrito na equação (27), ou seja, da seguinte forma:

$$d_{(RS)T} = \min(d_{RT}, d_{ST}) = \min(6, 5) = 5 = d_{ST}$$

$$d_{(RS)U} = \min(d_{RU}, d_{SU}) = \min(10, 9) = 9 = d_{SU}$$

$$d_{(RS)V} = \min(d_{RV}, d_{SV}) = \min(9, 8) = 8 = d_{SV}$$

Ou seja, as mínimas distâncias do agrupamento em relação aos outros pontos partem todas do ponto S, como pode ser observado na FIGURA 10. Como as distâncias dos demais pontos não foram afetadas por esta aglomeração, permanecem as mesmas. Com isto, pode-se escrever uma nova matriz de distâncias:

$$D_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & U & V \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ U \\ V \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & & \\ 5 & 0 & & \\ 9 & 4 & 0 & \\ 8 & 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta segunda etapa, os pontos mais próximos são U e V, com distância igual a três. Portanto, serão agrupados.

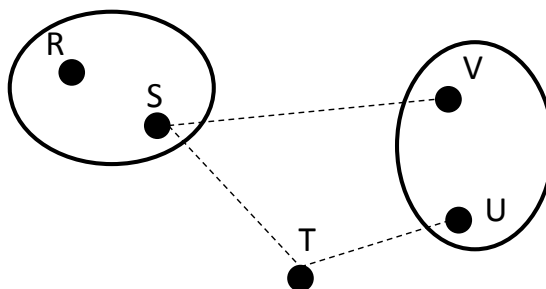


FIGURA 11 - DIAGRAMA DE VENN DO SEGUNDO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES

Então, calculam-se as distâncias entre o ponto T e os dois agrupamentos, representadas pelas linhas pontilhadas na FIGURA 11, bem como a distância entre ambos, já calculada anteriormente:

$$d_{(RS)T} = \min(d_{RT}, d_{ST}) = \min(6, 5) = 5 = d_{ST}$$

$$d_{(RS)(UV)} = \min(d_{RU}, d_{RV}, d_{SU}, d_{SV}) = \min(10, 9, 9, 8) = 8 = d_{SV}$$

$$d_{(UV)T} = \min(d_{UT}, d_{VT}) = \min(4, 5) = 4 = d_{UT}$$

Observa-se, na FIGURA 11, que o próximo possível agrupamento a ser realizado é entre três distâncias: a primeira entre o agrupamento RS e o ponto T, pelo ponto S; a segunda é em relação aos dois agrupamentos, pela ligação entre os pontos S e V; e a terceira, por fim, entre o agrupamento UV e o ponto T, pelo ponto U. Com isto, tem-se que a nova matriz de distâncias é formada pelos seguintes valores:

$$D_2 = \begin{array}{c} \text{RS} \\ \text{T} \\ \text{UV} \end{array} \begin{array}{ccc} \text{RS} & \text{T} & \text{UV} \\ \left(\begin{array}{ccc} 0 & & \\ 5 & 0 & \\ 8 & 4 & 0 \end{array} \right) \end{array}$$

Nesta nova etapa, como a menor distância é em relação ao ponto T e ao agrupamento UV, equivalendo a quatro, o novo agrupamento será formado pelos pontos T, U e V.

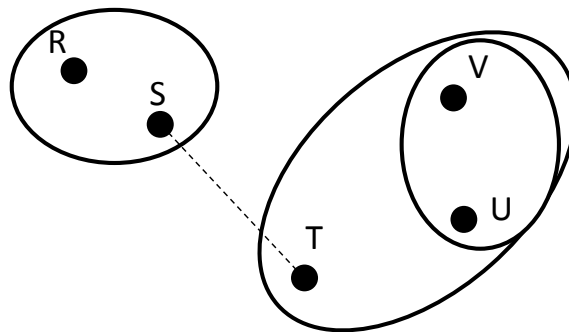


FIGURA 12 - DIAGRAMA DE VENN DO TERCEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES

Como existem apenas dois grupos, (RS) e (TUV), ambos serão ligados na menor distância entre os pontos, ou seja, na distância cinco, conforme consta da fórmula abaixo e da FIGURA 12, resultando num agrupamento com os cinco elementos iniciais, concebido na FIGURA 13.

$$d_{(RS)(TUV)} = \min(d_{RT}, d_{RU}, d_{RV}, d_{ST}, d_{SU}, d_{SV}) = \min(6, 10, 9, 5, 9, 8) = 5 = d_{ST}$$

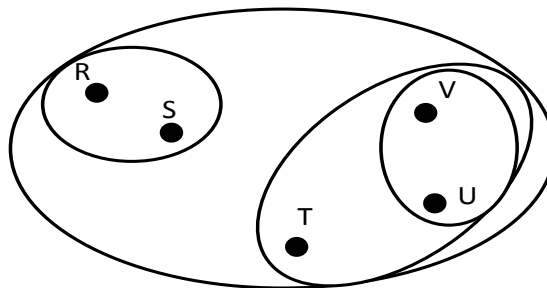


FIGURA 13 - DIAGRAMA DE VENN DO QUARTO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO SIMPLES

A FIGURA 14 ilustra, por meio de um dendrograma, os agrupamentos realizados nas etapas acima descritas.

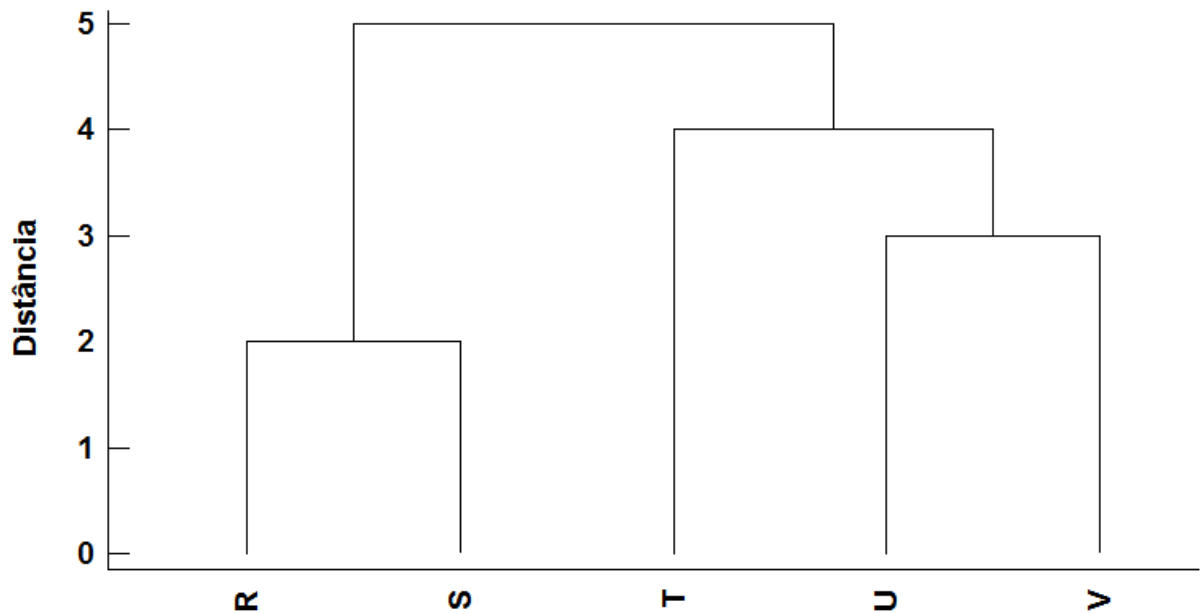


FIGURA 14 - DENDROGRAMA DA LIGAÇÃO SIMPLES

4.2 LIGAÇÃO COMPLETA

Como os procedimentos hierárquicos aglomerativos agrupam primeiramente os elementos mais próximos entre si, os primeiros pontos a se agruparem são R e S, com distância igual a dois. Esta ligação pode ser observada por meio do diagrama de Venn representado na FIGURA 15.

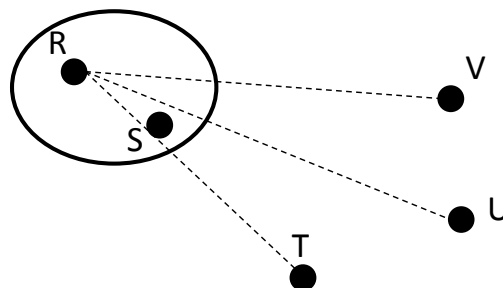


FIGURA 15 - DIAGRAMA DE VENN DO PRIMEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA

Em seguida, são calculadas as distâncias entre este primeiro agrupamento e os demais pontos, representadas pelas linhas pontilhadas na FIGURA 15, conforme a equação (28), ou seja, da seguinte forma:

$$d_{(RS)T} = \max(d_{RT}, d_{ST}) = \max(6, 5) = 6 = d_{RT}$$

$$d_{(RS)U} = \max(d_{RU}, d_{SU}) = \max(10, 9) = 10 = d_{RU}$$

$$d_{(RS)V} = \max(d_{RV}, d_{SV}) = \max(9, 8) = 9 = d_{RV}$$

Ou seja, as máximas distâncias do agrupamento em relação aos outros pontos partem todas do ponto R, como pode ser observado na FIGURA 15. Posto que as distâncias dos demais pontos não foram afetadas por esta aglomeração, permanecem as mesmas. Com isto, pode-se escrever uma nova matriz de distâncias:

$$D_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & U & V \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ U \\ V \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & & \\ 6 & 0 & & \\ 10 & 4 & 0 & \\ 9 & 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta segunda etapa, apesar de este método tomar como distância entre os agrupamentos e os pontos a máxima discrepância entre eles, por se tratar de um procedimento hierárquico aglomerativo, o agrupamento a ser realizado em cada etapa é feito pelo menor valor apresentado na matriz de distâncias. Logo, os pontos mais similares, nesta etapa, são U e V, com distância igual a três, os quais serão agrupados.

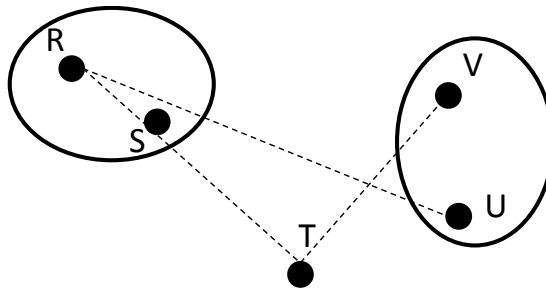


FIGURA 16 - DIAGRAMA DE VENN DO SEGUNDO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA

Então, calculam-se as distâncias entre o ponto T e os dois agrupamentos, representadas pelas linhas pontilhadas na FIGURA 16, bem como a distância entre ambos, já calculada anteriormente:

$$d_{(RS)T} = \max(d_{RT}, d_{ST}) = \max(6, 5) = 6 = d_{RT}$$

$$d_{(RS)(UV)} = \max(d_{RU}, d_{RV}, d_{SU}, d_{SV}) = \max(10, 9, 9, 8) = 10 = d_{RU}$$

$$d_{(UV)T} = \max(d_{UT}, d_{VT}) = \max(4, 5) = 5 = d_{VT}$$

Observa-se, pela FIGURA 16, que o próximo possível agrupamento a ser realizado é entre três distâncias: a primeira entre o agrupamento RS e o ponto T, pelo ponto R; a segunda é em relação aos dois agrupamentos, pela ligação entre os pontos R e U; e a terceira, por fim, entre o agrupamento UV e o ponto T, pelo ponto

V. Com isto, tem-se que a nova matriz de distâncias é formada pelos seguintes valores:

$$D_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & UV \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ UV \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & \\ 6 & 0 & \\ 10 & 5 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta nova etapa, o menor valor encontrado na matriz de distâncias é em relação ao ponto T e ao agrupamento UV, com distância igual a cinco. Portanto, o novo agrupamento será formado pelos pontos T, U e V.

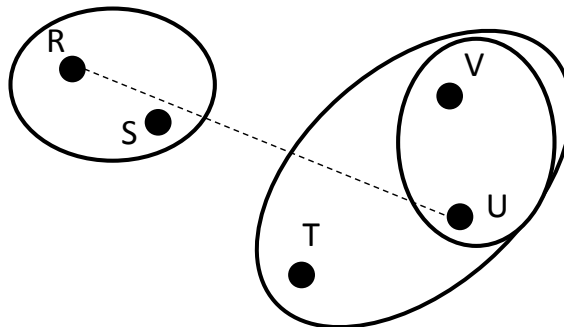


FIGURA 17 - DIAGRAMA DE VENN DO TERCEIRO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA

Como existem apenas dois grupos, (RS) e (TUV), ambos serão ligados entre os pontos R e U dos agrupamentos, os quais possuem a maior distância da matriz de distâncias original, ou seja, dez, conforme consta da fórmula abaixo e da FIGURA 17, resultando num agrupamento com os cinco elementos iniciais, concebido na FIGURA 18.

$$d_{(RS)(TUV)} = \max(d_{RT}, d_{RU}, d_{RV}, d_{ST}, d_{SU}, d_{SV}) = \min(6, 10, 9, 5, 9, 8) = 10 = d_{RU}$$

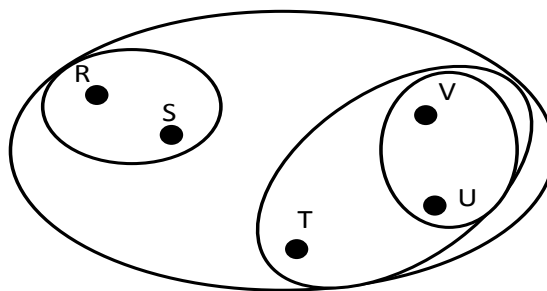


FIGURA 18 - DIAGRAMA DE VENN DO QUARTO AGRUPAMENTO – LIGAÇÃO COMPLETA

A FIGURA 19 ilustra as etapas do agrupamento realizado.

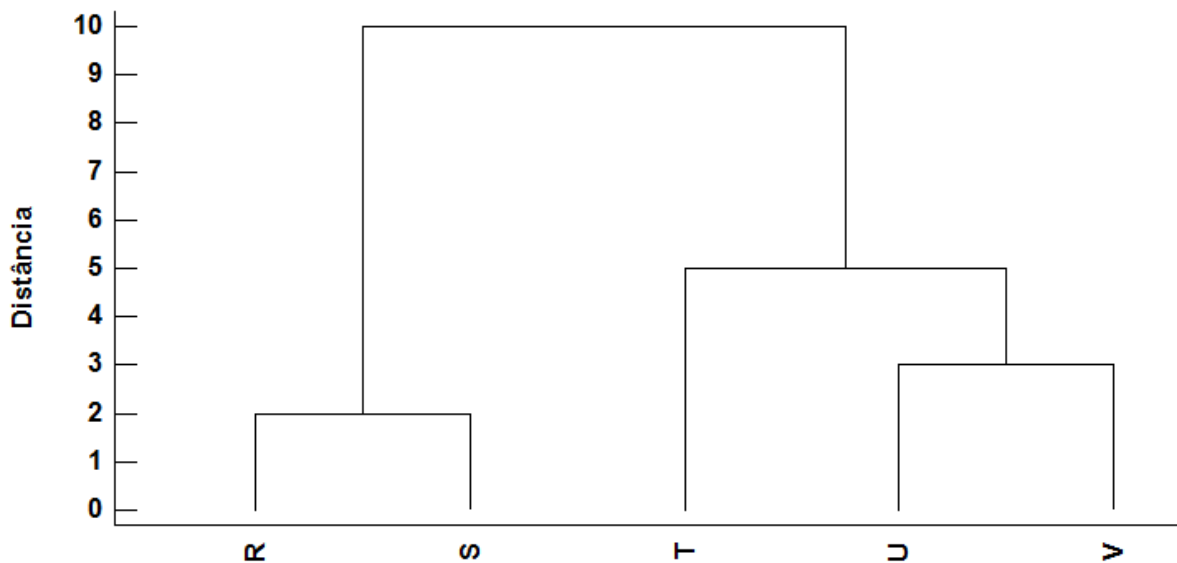


FIGURA 19 - DENDROGRAMA DA LIGAÇÃO COMPLETA

4.3 LIGAÇÃO MÉDIA (UPGMA)

Como os procedimentos hierárquicos aglomerativos agrupam primeiramente os elementos mais próximos entre si, os primeiros pontos a se agruparem são os pontos R e S, com distância igual a dois.

Em seguida, calculam-se as distâncias entre este agrupamento e os demais pontos, conforme a equação (29), ou seja, da seguinte forma:

$$d_{(RS)T} = \frac{d_{RT} + d_{ST}}{2} = \frac{6 + 5}{2} = 5,5$$

$$d_{(RS)U} = \frac{d_{RU} + d_{SU}}{4} = \frac{10 + 9}{2} = 9,5$$

$$d_{(RS)V} = \frac{d_{RV} + d_{SV}}{2} = \frac{9 + 8}{2} = 8,5$$

Com isto, pode-se escrever uma nova matriz de distâncias:

$$D_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & U & V \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ U \\ V \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & & \\ 5,5 & 0 & & \\ 9,5 & 4 & 0 & \\ 8,5 & 5 & 3 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta segunda etapa, os pontos mais similares são U e V, com distância igual a três, os quais serão agrupados. Então, as distâncias são recalculadas da mesma forma:

$$d_{(RS)T} = \frac{d_{RT} + d_{ST}}{2} = \frac{6 + 5}{2} = 5,5$$

$$d_{(RS)(UV)} = \frac{d_{RU} + d_{RV} + d_{SU} + d_{SV}}{4} = \frac{10 + 9 + 9 + 8}{4} = 9$$

$$d_{(UV)T} = \frac{d_{UT} + d_{VT}}{2} = \frac{4 + 5}{2} = 4,5$$

E a nova matriz de distâncias é formada:

$$D_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & UV \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ UV \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & \\ 5,5 & 0 & \\ 9 & 4,5 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta nova etapa, a menor distância é em relação ao ponto T e ao agrupamento UV, cujo valor é 4,5. Portanto, o novo agrupamento será formado pelos pontos T, U e V.

Como existem apenas dois grupos, (RS) e (TUV), ambos serão ligados na distância média entre seus pontos – ou seja, 7,833 –, conforme consta abaixo:

$$d_{(RS)(TUV)} = \frac{d_{RT} + d_{RU} + d_{RV} + d_{ST} + d_{SU} + d_{SV}}{6} = \frac{6 + 10 + 9 + 5 + 9 + 8}{6} = 7,833$$

A FIGURA 20 ilustra as etapas do agrupamento realizado.

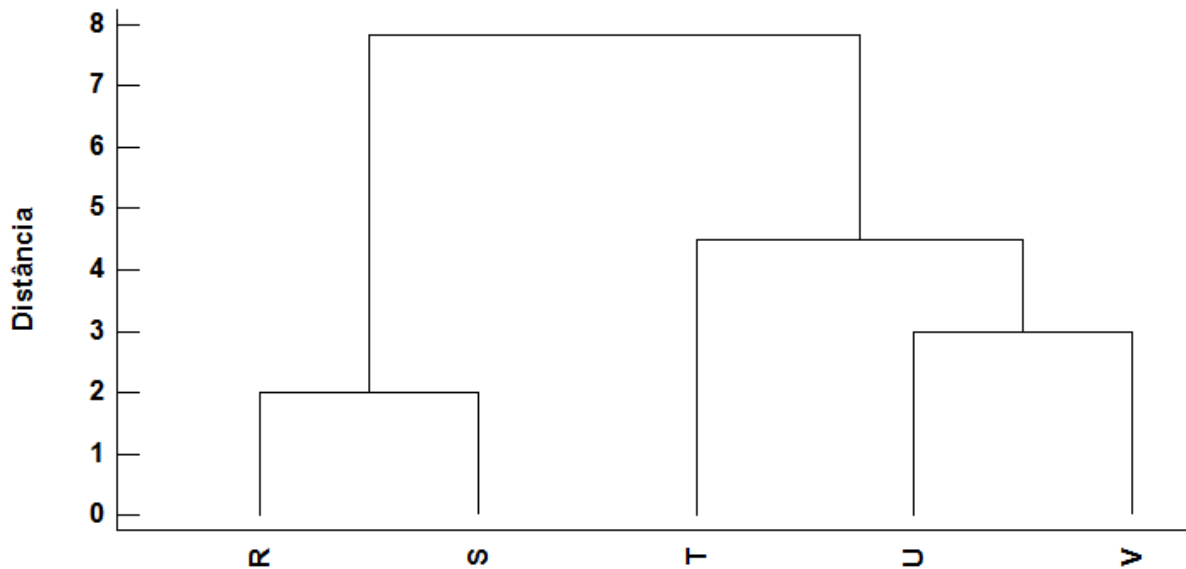


FIGURA 20 - DENDROGRAMA DA LIGAÇÃO MÉDIA

4.4 MÉTODO DO CENTROIDE

Considerando-se os dados apresentados na TABELA 35 e a distância euclidiana como medida de similaridade, pode-se, então, calcular a matriz de distâncias conforme a seguir:

$$D_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} R & S & T & U & V \end{matrix} \\ \begin{matrix} R \\ S \\ T \\ U \\ V \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & & & \\ 1,00 & 0 & & & \\ 2,83 & 2,24 & 0 & & \\ 2,00 & 2,24 & 4,47 & 0 & \\ 2,83 & 2,24 & 4,00 & 2,00 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Como os procedimentos hierárquicos aglomerativos agrupam primeiramente os elementos mais próximos entre si, os primeiros pontos a se agruparem são R e S, com distância igual a um.

Em seguida, calcula-se o vetor de médias entre os indivíduos que foram agrupados, apresentado na TABELA 36.

TABELA 36 - CENTROIDES DAS VARIÁVEIS DOS AGRUPAMENTOS DA PRIMEIRA ITERAÇÃO

INDIVÍDUO/AGRUPAMENTO	VARIÁVEL 1	VARIÁVEL 2
RS	1,5	2
T	3	0
U	1	4
V	3	4

FONTE: O autor (2013)

Possibilita-se, desta forma, o cálculo de uma nova matriz de distâncias:

$$D_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & U & V \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ U \\ V \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & & \\ 2,50 & 0 & & \\ 2,06 & 4,47 & 0 & \\ 2,50 & 4,00 & 2,00 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta segunda etapa, os pontos mais similares são U e V, com distância igual a dois, que serão agrupados. E um novo vetor de médias é calculado:

TABELA 37 - CENTROIDES DAS VARIÁVEIS DOS AGRUPAMENTOS DA SEGUNDA ITERAÇÃO

INDIVÍDUO/AGRUPAMENTO	VARIÁVEL 1	VARIÁVEL 2
RS	1,5	2
T	3	0
UV	2	4

FONTE: O autor (2013)

E a nova matriz de distâncias é formada:

$$D_3 = \begin{matrix} & \begin{matrix} RS & T & UV \end{matrix} \\ \begin{matrix} RS \\ T \\ UV \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & & \\ 2,50 & 0 & \\ 2,06 & 4,12 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nesta nova etapa, a menor distância é em relação aos agrupamentos RS e UV, equivalente a 2,06. Portanto, o novo agrupamento será formado pelos pontos R, S, U e V.

Como existem apenas um agrupamento e um indivíduo, RSUV e T, ambos serão ligados no centroide entre seus pontos, ou seja, na distância 3,25.

A FIGURA 21 ilustra as etapas do agrupamento realizado.

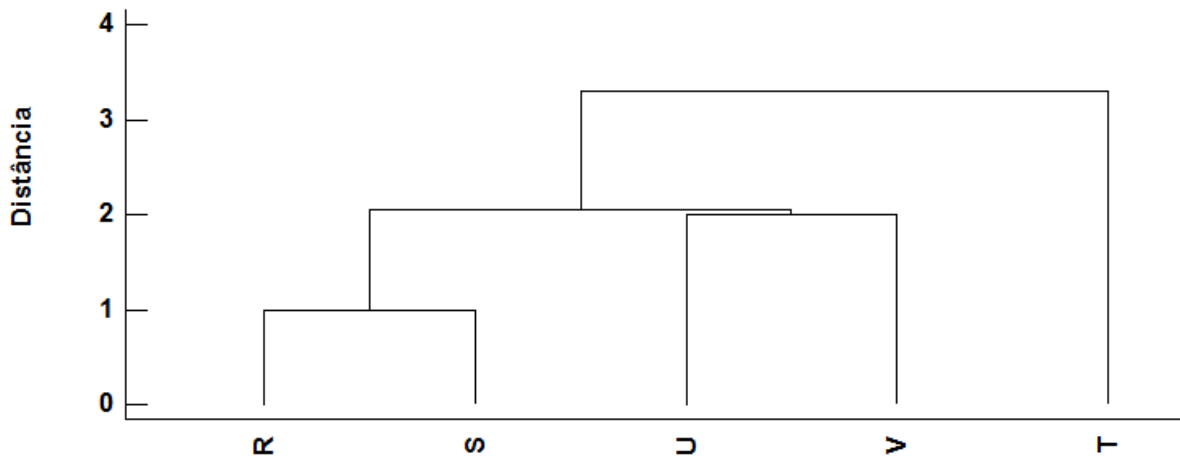


FIGURA 21 - DENDROGRAMA DO MÉTODO DO CENTROIDE

4.5 MÉTODO DE WARD

O Método de Ward, apesar de ser calculado pela matriz de distâncias, por questões didáticas, será demonstrado com base na TABELA 35, a qual contém os dados originais de cinco elementos com duas variáveis cada.

Como nos demais métodos de agrupamentos aglomerativos, parte-se da premissa de que cada indivíduo representa um grupo e, nesta etapa, tem-se que a soma dos quadrados dos erros (SQE) é igual a zero, conforme demonstrado a seguir:

$$SQE = SQE_R + SQE_S + SQE_T + SQE_U + SQE_V$$

$$SQE_R = (1 - 1)^2 + (2 - 2)^2 = 0^2 + 0^2 = 0$$

$$SQE_S = (2 - 2)^2 + (2 - 2)^2 = 0^2 + 0^2 = 0$$

$$SQE_T = (3 - 3)^2 + (0 - 0)^2 = 0^2 + 0^2 = 0$$

$$SQE_U = (1 - 1)^2 + (4 - 4)^2 = 0^2 + 0^2 = 0$$

$$SQE_V = (3 - 3)^2 + (4 - 4)^2 = 0^2 + 0^2 = 0$$

Logo:

$$SQE = SQE_R + SQE_S + SQE_T + SQE_U + SQE_V = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

Como primeira iteração, deve-se calcular a SQM das dez possíveis combinações de agrupamentos. Para tanto, é necessário calcular a média das variáveis que serão agrupadas – por exemplo, no caso de os objetos R e S serem agrupados, a média da variável 1 será 1,5 $((2 + 1)/2)$ e a da variável 2 será 2 $((2 + 2)/2)$. Com isto, tem-se que:

$$SQE_{RS} = (1 - 1,5)^2 + (2 - 2)^2 + (2 - 1,5)^2 + (2 - 2)^2 = (-0,5)^2 + 0^2 + 0,5^2 + 0^2$$

$$SQE_{RS} = 0,5$$

Logo:

$$SQE = SQE_{RS} + SQE_T + SQE_U + SQE_V = 0,5 + 0 + 0 + 0 = 0,5$$

A TABELA 38 abrange as possíveis combinações para esta iteração, as médias das variáveis associadas a estas combinações e os valores das somas dos quadrados dos erros dos agrupamentos.

TABELA 38 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS E SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS DOS AGRUPAMENTOS DA PRIMEIRA ITERAÇÃO

AGRUPAMENTO	MÉDIA VARIÁVEL 1	MÉDIA VARIÁVEL 2	SQM
RS	1,5	2	0,5
RT	2	1	4
RU	1	3	2
RV	2	3	4
ST	2,5	1	2,5
SU	1,5	3	2,5
SV	2,5	3	2,5
TU	2	2	10
TV	3	2	8
UV	2	4	2

FONTE: O autor (2013)

Como a menor soma interna de quadrados dos agrupamentos refere-se ao agrupamento dos objetos R e S, ambos serão aglomerados.

Na segunda iteração, calcula-se a SQM das seis possíveis combinações de agrupamentos restantes. Para tanto, deve-se calcular a média das variáveis que serão agrupadas, como procedido na primeira iteração.

A TABELA 39 contém as possíveis combinações para esta iteração, as médias das variáveis associadas a estas combinações e os valores das somas internas de quadrados dos agrupamentos.

TABELA 39 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS E SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS DOS AGRUPAMENTOS DA SEGUNDA ITERAÇÃO

AGRUPAMENTO	MÉDIA VARIÁVEL 1	MÉDIA VARIÁVEL 2	SQM
RST	2	1,33	4,67
RSU	1,33	2,67	3,33
RSV	2	2,67	4,67
TU	2	2	10
TV	3	2	8
UV	2	4	2

FONTE: O autor (2013)

Como a menor soma dos quadrados dos erros dos agrupamentos refere-se ao agrupamento dos objetos U e V, ambos serão aglomerados. Com isto, tem-se que:

$$SQE = SQE_{RS} + SQE_T + SQE_{UV} = 0,5 + 0 + 2 = 2,5$$

Repete-se o processo na terceira iteração, calculando-se a SQM das três possíveis combinações de agrupamentos restantes. Para tanto, deve-se calcular a média das variáveis que serão agrupadas, como procedido nas iterações anteriores.

A TABELA 40 elenca as possíveis combinações para esta iteração, as médias das variáveis associadas a estas combinações e os valores das somas internas de quadrados dos agrupamentos.

TABELA 40 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS E SOMA DOS QUADRADOS DOS ERROS DOS AGRUPAMENTOS DA TERCEIRA ITERAÇÃO

AGRUPAMENTO	MÉDIA VARIÁVEL 1	MÉDIA VARIÁVEL 2	SQM
RST	2	1,33	4,67
UVT	2,33	2,67	13,33
RSUV	1,75	3	6,75

FONTE: O autor (2013)

Como a menor soma dos quadrados dos erros dos agrupamentos refere-se ao agrupamento do grupo RS com o elemento T, ambos serão aglomerados. Com isto, tem-se que:

$$SQE = SQE_{RST} + SQE_{UV} = 4,67 + 2 = 6,67$$

Como restam somente dois agrupamentos, RST e UV, ambos serão ligados. A variável 1 terá média igual a 2 $((1 + 2 + 3 + 1 + 3)/5)$ e a variável 2 terá média igual a 2,4 $((2 + 2 + 0 + 4 + 4)/5)$; a soma dos quadrados dos erros dos agrupamentos disjuntos, por sua vez, será:

$$SQE_{RSTUV} = (1 - 2)^2 + (2 - 2,4)^2 + (2 - 2)^2 + (2 - 2,4)^2 + (3 - 2)^2 + (0 - 2,4)^2 \\ + (1 - 2)^2 + (4 - 2,4)^2 + (3 - 2)^2 + (4 - 2,4)^2$$

$$SQE_{RSTUV} = (-1)^2 + (-0,4)^2 + 0^2 + (-0,4)^2 + 1^2 + (-2,4)^2 + (-1)^2 + 1,6^2 + 1^2 \\ + 1,6^2$$

$$SQE_{RSTUV} = 1 + 0,16 + 0 + 0,16 + 1 + 5,76 + 1 + 2,56 + 1 + 2,56 = 15,2$$

Portanto, a aglomeração dos cinco itens possui uma soma dos quadrados dos erros equivalente a 15,2.

A FIGURA 22 ilustra as etapas do agrupamento realizado.

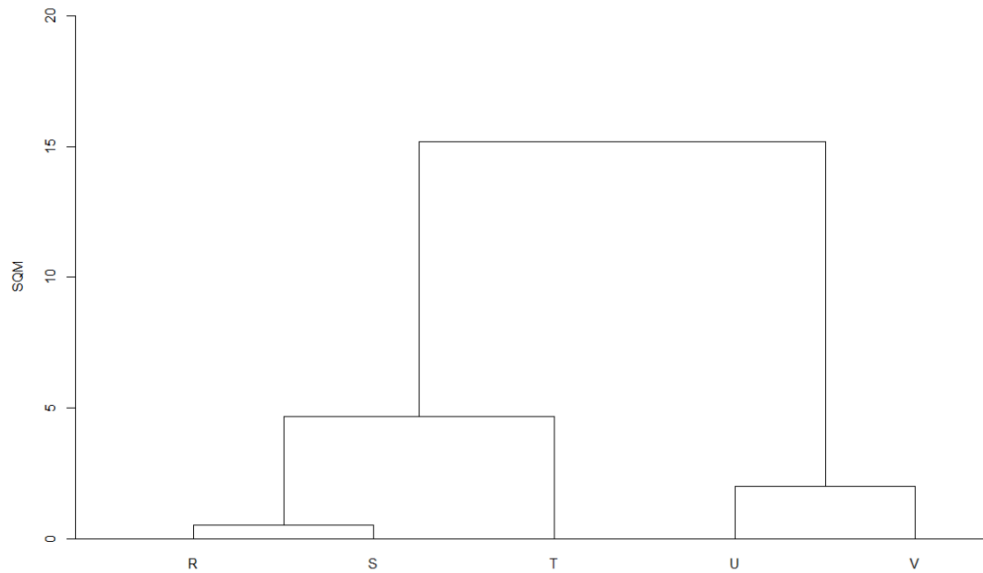


FIGURA 22 - DENDROGRAMA DO MÉTODO DE WARD

APÊNDICE 5 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Com o intuito de destacar os valores das correlações menores do que $-0,5$ e maiores do que $0,5$, foi utilizado o seguinte critério de formatação nas TABELAS 41 e 42: a cor verde para os intervalos $[-0,6;-0,5]$ e $[0,5;0,6]$; a cor amarela para os intervalos $[-0,8;-0,6]$ e $(0,6;0,8]$; a cor laranja para os intervalos $[-0,9;-0,8]$ e $(0,8;0,9]$; e a cor laranja para os intervalos $[-1; -0,9]$ e $(0,9;1]$. Estes dados também podem ser obtidos, em formato xls, pelo link <http://goo.gl/7YT3u>.

TABELA 1 - PRIMEIRA PARTE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS

	BTC	BTC_P	C_EXP	C_CD	DE	DCP_R	Div	DE_E	DE_P	Div_E	Div_P	EG	EP	E-I_P	Exp_Imp	Exp_P	Inad	IC	Inf
BTC	1																		
BTC_P	0,53	1																	
C_EXP	-0,03	-0,05	1																
C_CD	0,27	0,86	-0,07	1															
DE	-0,21	-0,15	-0,3	-0,23	1														
DCP_R	-0,37	-0,28	-0,46	-0,19	0,75	1													
Div	-0,29	-0,08	-0,25	-0,15	0,5	0,18	1												
DE_E	-0,42	-0,27	-0,28	-0,23	0,66	0,57	0,41	1											
DE_P	-0,14	-0,18	-0,17	-0,2	0,63	0,45	0,31	0,92	1										
Div_E	-0,21	-0,17	-0,43	-0,2	0,37	0,14	0,65	0,28	0,07	1									
Div_P	-0,16	-0,25	-0,36	-0,29	0,58	0,23	0,7	0,46	0,34	0,92	1								
EG	-0,18	-0,18	-0,25	-0,23	0,85	0,75	0,39	0,59	0,54	0,3	0,42	1							
EP	-0,1	0	-0,5	-0,09	0,88	0,69	0,48	0,53	0,49	0,42	0,55	0,81	1						
E-I_P	0,52	0,97	-0,11	0,87	-0,21	-0,24	-0,18	-0,3	-0,2	-0,29	-0,38	-0,26	-0,04	1					
Exp_Imp	0,55	0,95	-0,13	0,85	-0,27	-0,26	-0,24	-0,32	-0,22	-0,34	-0,42	-0,3	-0,1	0,99	1				
Exp_P	0,53	0,65	0,33	0,52	0,11	-0,16	-0,17	-0,17	0,11	-0,52	-0,36	0,02	0,02	0,62	0,6	1			

continua

TABELA 41 - PRIMEIRA PARTE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS

	BTC	BTC_P	C_EXP	C_CD	DE	DCP_R	Div	DE_E	DE_P	Div_E	Div_P	EG	EP	E-I_P	Exp_Imp	Exp_P	Inad	IC	Inf	conclusão
Inad	-0,4	-0,32	0,26	-0,21	-0,7	-0,47	-0,19	-0,34	-0,45	-0,1	-0,31	-0,61	-0,68	-0,27	-0,24	-0,47	1			
IC	-0,18	-0,12	-0,42	-0,12	0,85	0,82	0,42	0,63	0,56	0,34	0,44	0,84	0,82	-0,17	-0,23	0,01	-0,62	1		
Inf	-0,09	-0,15	0,29	0,07	-0,69	-0,42	-0,48	-0,31	-0,28	-0,44	-0,51	-0,56	-0,61	-0,04	0,02	-0,09	0,62	-0,59	1	
Inv_P	0,34	0	0,43	-0,09	-0,45	-0,28	-0,36	-0,55	-0,5	-0,33	-0,41	-0,24	-0,47	0,01	0,05	0,01	0,06	-0,44	0,15	
PIB	-0,3	-0,07	-0,04	-0,16	0,39	0,15	0,89	0,37	0,31	0,31	0,37	0,34	0,35	-0,13	-0,19	-0,07	-0,16	0,33	-0,37	
PIB_pC	-0,22	-0,04	-0,56	-0,05	0,89	0,87	0,4	0,62	0,5	0,37	0,46	0,81	0,89	-0,06	-0,11	-0,05	-0,63	0,91	-0,64	
PD_P	0,61	0,67	0,29	0,52	-0,42	-0,38	-0,32	-0,58	-0,48	-0,36	-0,47	-0,29	-0,35	0,66	0,67	0,46	-0,19	-0,39	-0,03	
QR	-0,23	-0,11	-0,3	-0,12	0,86	0,78	0,38	0,63	0,59	0,24	0,37	0,96	0,81	-0,17	-0,22	0,08	-0,62	0,85	-0,57	
R_P	0,12	0,38	-0,34	0,44	0,35	0,16	0,12	0,32	0,38	-0,01	0,12	0,22	0,5	0,41	0,4	0,3	-0,46	0,33	-0,08	
Res	0,37	0,22	0,13	0,04	-0,17	-0,24	0,11	-0,21	-0,25	0,17	0,05	-0,07	-0,14	0,17	0,16	-0,03	-0,23	-0,14	-0,2	
Res_Imp	0,47	0,81	-0,07	0,79	-0,46	-0,48	-0,14	-0,46	-0,47	0,02	-0,19	-0,41	-0,29	0,79	0,79	0,27	-0,08	-0,37	0,08	
Res_P	0,48	0,86	0,1	0,86	-0,42	-0,45	-0,24	-0,47	-0,43	-0,18	-0,33	-0,39	-0,32	0,84	0,84	0,5	-0,16	-0,36	0,1	
ResF	0,63	0,19	0,09	0,18	-0,43	-0,28	-0,88	-0,49	-0,27	-0,54	-0,51	-0,37	-0,36	0,27	0,34	0,31	-0,03	-0,4	0,36	
ResF_P	0,51	0,75	0,06	0,75	-0,39	-0,38	-0,46	-0,53	-0,38	-0,55	-0,63	-0,35	-0,26	0,82	0,83	0,67	-0,11	-0,36	0,28	
ResP	0,43	0,67	0,11	0,73	-0,48	-0,48	-0,48	-0,51	-0,36	-0,55	-0,61	-0,46	-0,33	0,74	0,75	0,57	0,02	-0,47	0,41	
SD_E	-0,35	-0,41	-0,15	-0,22	-0,17	-0,15	0,06	0,08	-0,03	0,33	0,23	-0,11	-0,06	-0,4	-0,42	-0,59	0,38	-0,13	0,3	
SD_P	-0,29	-0,52	-0,03	-0,29	-0,08	-0,11	0,09	0,25	0,25	0,21	0,3	-0,08	-0,07	-0,51	-0,5	-0,46	0,27	-0,1	0,3	
TCR	0,18	0,01	-0,26	-0,04	-0,42	-0,16	-0,29	-0,37	-0,4	-0,08	-0,27	-0,29	-0,27	0,09	0,13	-0,35	0,28	-0,32	0,05	
C_P	0,25	0,18	0,49	0,25	-0,77	-0,53	-0,5	-0,6	-0,53	-0,54	-0,67	-0,51	-0,66	0,23	0,28	0,13	0,4	-0,62	0,69	
Desemp	-0,16	-0,07	-0,1	0,11	-0,11	-0,1	0,06	0,09	0,11	-0,12	-0,06	-0,48	-0,2	0,01	0,01	0,03	0,18	-0,03	0,19	

FONTE: O autor (2013)

TABELA 2 - SEGUNDA PARTE DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS

	Inv_P	PIB	PIB_pC	PD_P	QR	R_P	Res	Res_Imp	Res_P	ResF	ResF_P	ResP	SD_E	SD_P	TCR	C_P	Desemp
Inv_P	1																
PIB	-0,16	1															
PIB_pC	-0,5	0,29	1														
PD_P	0,74	-0,15	-0,38	1													
QR	-0,37	0,35	0,85	-0,33	1												
R_P	-0,6	0,1	0,45	-0,19	0,33	1											
Res	0,63	0,25	-0,18	0,62	-0,15	-0,24	1										
Res_Imp	0,24	-0,16	-0,31	0,72	-0,38	0,15	0,5	1									
Res_P	0,29	-0,2	-0,32	0,79	-0,34	0,15	0,44	0,95	1								
ResF	0,33	-0,87	-0,39	0,37	-0,38	0	-0,08	0,22	0,29	1							
ResF_P	0,15	-0,35	-0,3	0,62	-0,26	0,32	0,05	0,67	0,78	0,53	1						
ResP	0,07	-0,37	-0,4	0,5	-0,34	0,38	-0,04	0,63	0,71	0,55	0,95	1					
SD_E	-0,24	0	-0,14	-0,45	-0,05	0,03	-0,14	-0,08	-0,27	-0,09	-0,27	-0,02	1				
SD_P	-0,31	0,04	-0,1	-0,57	0	0,15	-0,27	-0,32	-0,43	-0,06	-0,36	-0,09	0,83	1			
TCR	0,34	-0,23	-0,26	0,28	-0,27	-0,23	0,16	0,25	0,08	0,31	0,19	0,22	0,31	0,06	1		
C_P	0,67	-0,29	-0,71	0,59	-0,59	-0,28	0,29	0,37	0,44	0,4	0,48	0,49	-0,14	-0,16	0,19	1	
Desemp	-0,41	0,05	-0,09	-0,35	-0,38	0,23	-0,29	-0,1	-0,07	-0,06	0,02	0,08	0	0,16	-0,19	-0,11	1

FONTE: O autor (2013)

APÊNDICE 6 - MAPAS COM AS CLASSIFICAÇÕES DOS RATINGS SOBERANOS DOS MEMBROS DO G20

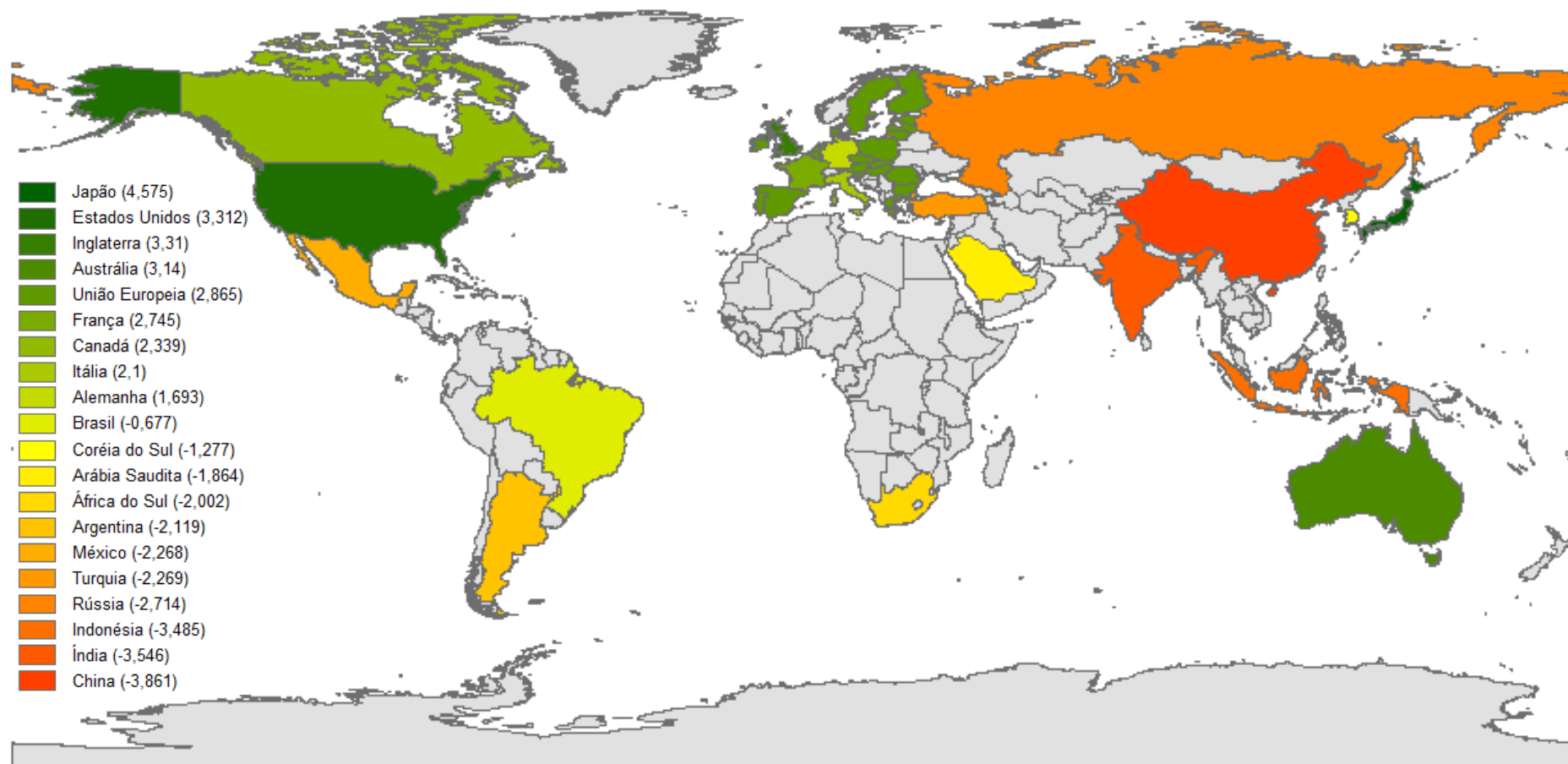


FIGURA 1 - MAPA DO RANQUEAMENTO DO RISCO DE CRÉDITO, UTILIZANDO-SE O CRITÉRIO DA RAIZ LATENTE, DOS PAÍSES-MEMBROS DO G20
FONTE: O autor (2013)

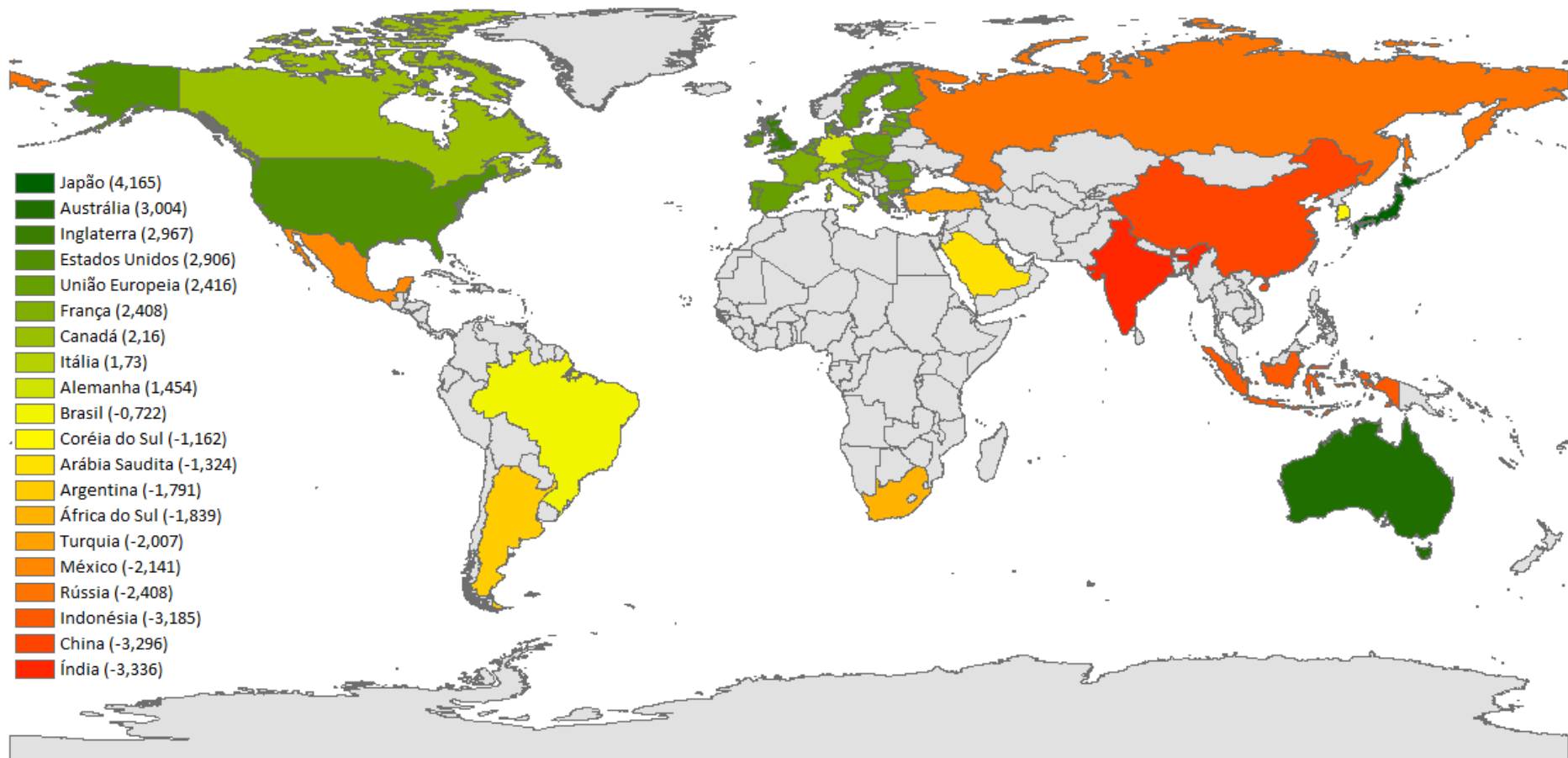


FIGURA 2 - MAPA DO RANQUEAMENTO DO RISCO DE CRÉDITO, UTILIZANDO-SE O CRITÉRIO DE PORCENTAGEM DA VARIÂNCIA, DOS PAÍSES-MEMBROS DO G20
 FONTE: O autor (2013)