



DOCENTE: DR. OSVALDO ANACLETO JUNIOR

---

## Relatório Final

---

FELIPE YOSHIO GSKUMA 9292500

IGOR MARTINELLI 9006336

LUCAS SANTOS NUNEZ 9364952

06 de Dezembro de 2018

# Sumário

<b>1</b>	<b>Motivação e Objetivos</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Apresentação dos dados e análise exploratória</b>	<b>1</b>
2.1	Apresentação dos dados . . . . .	1
2.2	Análise exploratória dos dados . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Estratégia de Análise Multivariada</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussão</b>	<b>8</b>

# 1 Motivação e Objetivos

A liberdade econômica se refere ao direito das pessoas que desempenham um papel de agente econômico de um país possuem em poder escolher como utilizar os recursos dos quais dispõem, sejam eles de origem natural, física ou intangível<sup>1</sup>. Tal conceito é muito importante, dado que o mesmo pode ser capaz de trazer muitos benefícios, como a aumentar a prosperidade de uma sociedade e indicar características a respeito destas, como renda per capita elevada, baixa taxa de pobreza, elevado nível de escolaridade, entre outros.

O presente trabalho teve por objetivo realizar a análise de dados, de indicadores fornecidos, a respeito de 176 países com o objetivo de construir um índice de liberdade econômica destes.

A partir das informações apresentadas pela base de dados, é desejado responder algumas perguntas com relação às variáveis, como a influência das mesmas na determinação do índice, a correlação entre estas e demais fatores que podem contribuir com a construção de um índice conciso.

## 2 Apresentação dos dados e análise exploratória

As informações que se seguem são referentes aos dados utilizados na resolução do problema e na análise exploratória destes, que teve por objetivo verificar aspectos relevantes.

### 2.1 Apresentação dos dados

Os dados fornecidos são providos de 176 entradas, sendo cada uma composta por 12 atributos. Dois destes referentes ao país e continente e os outros dez, a indicadores. Informações mais detalhadas a respeito destes podem ser obtidas em [1].

- Continente - Continente ao qual o país pertence.
- País - Nome do país
- Direitos de propriedade - Direito que indivíduos ou organizações têm de controlar o acesso a recursos de que são titulares<sup>2</sup>.
- Eficácia judicial - O componente de eficácia judicial é formado pela pontuação média de três subfatores: Independência judicial, qualidade do processo judicial e probabilidade de obter decisões judiciais favoráveis.
- Liberdade fiscal - Medição da carga tributária imposta pelo governo.

---

<sup>1</sup>[https://pt.wikipedia.org/wiki/Liberdade\\_econômica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Liberdade_econômica)

<sup>2</sup>[https://pt.wikipedia.org/wiki/Direito\\_de\\_propriedade](https://pt.wikipedia.org/wiki/Direito_de_propriedade)

- Gasto do governo - Captura a carga imposta pelos gastos do governo, que inclui o consumo pelo estado e todos os pagamentos de transferência relacionados a vários programas de direitos.
- Liberdade de negócio - Mede até que ponto os ambientes de regulamentação e infraestrutura restringem a operação eficiente dos negócios.
- Liberdade de trabalho - Medida quantitativa que considera vários aspectos do arcabouço legal e regulatório do mercado de trabalho de um país, incluindo regulamentações relativas a salários mínimos, leis que inibem demissões, exigências de indenizações e restrições regulatórias mensuráveis sobre contratação e horas trabalhadas.
- Liberdade monetária - Combina uma medida de estabilidade de preços com uma avaliação dos controles de preços.
- Liberdade de comércio exterior - Medida composta da extensão das barreiras tarifárias e não-tarifárias que afetam as importações e exportações de bens e serviços.
- Liberdade de investimento - Avalia uma variedade de restrições regulatórias que normalmente são impostas ao investimento.
- Liberdade financeira - Indicador de eficiência bancária, medida de independência do controle do governo e interferência no setor financeiro.

## 2.2 Análise exploratória dos dados

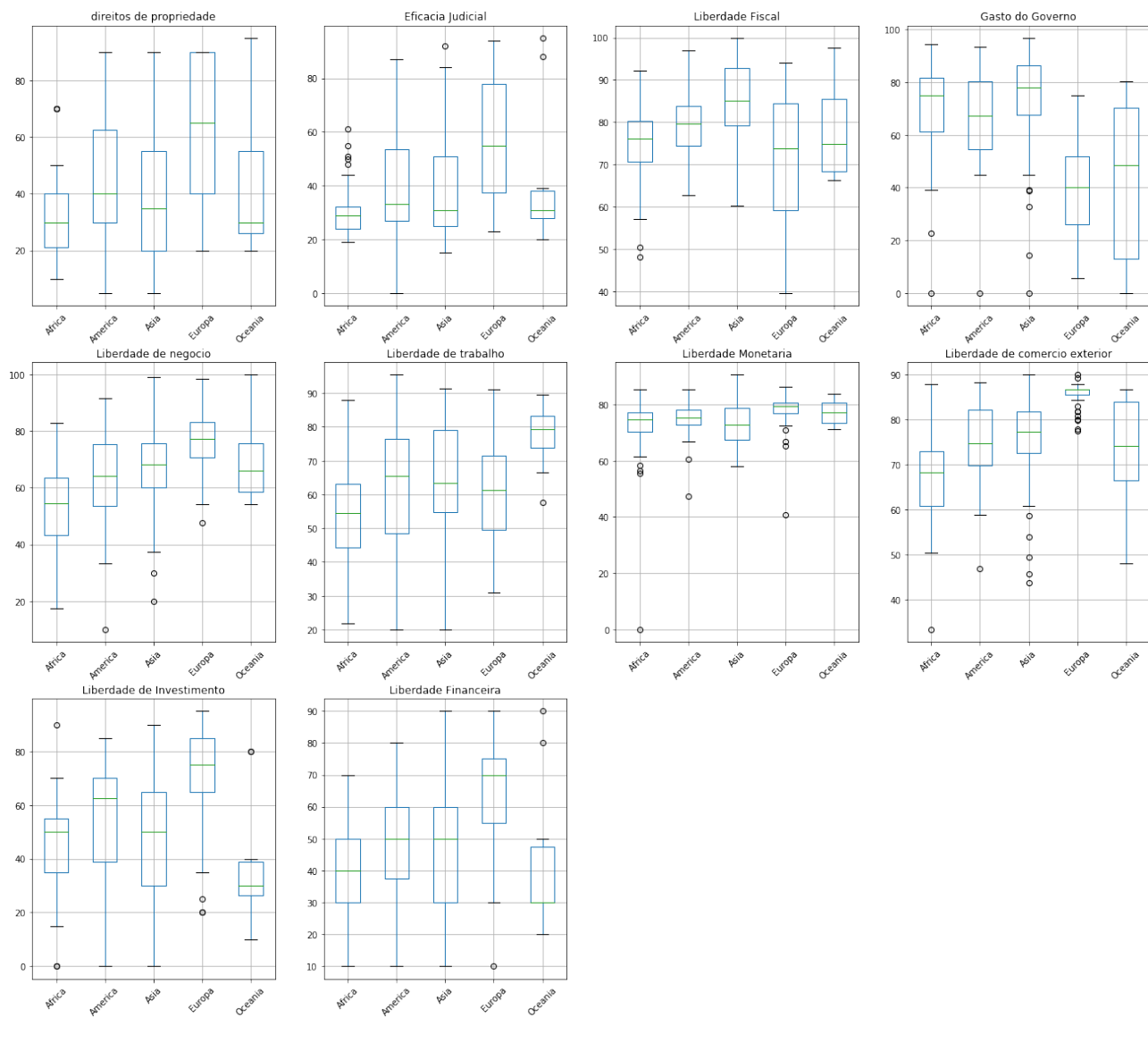
Considerando os aspectos relacionados aos atributos fornecidos, foi realizada uma análise exploratória dos dados com o objetivo de observar informações relevantes a respeito destes.

Primeiramente, foi verificada a presença de valores nulos ou ausentes na base de dados, confirmando a não existência destes. Após isso, foi apurada a distribuição dos países por continente, resultando em 50 países na África, 32 na América, 45 na Ásia, 39 na Europa e 10 na Oceania.

Após essa verificação inicial dos atributos e da disposição geral dos dados, foram aplicadas algumas técnicas de análise exploratória de dados para detectar características nos dados.

Na figura 1 podemos observar os *boxplots* das covariáveis, agrupadas por continente. De um modo geral, pode ser visto que os dados não possuem muitos *outliers*, sendo que há uma maior concentração destes no atributo Eficácia judicial, na África e em Liberdade de comércio exterior, para a Europa. No entanto, não se pode confirmar se estes seriam mesmo *outliers*, necessitando da confirmação de um especialista.

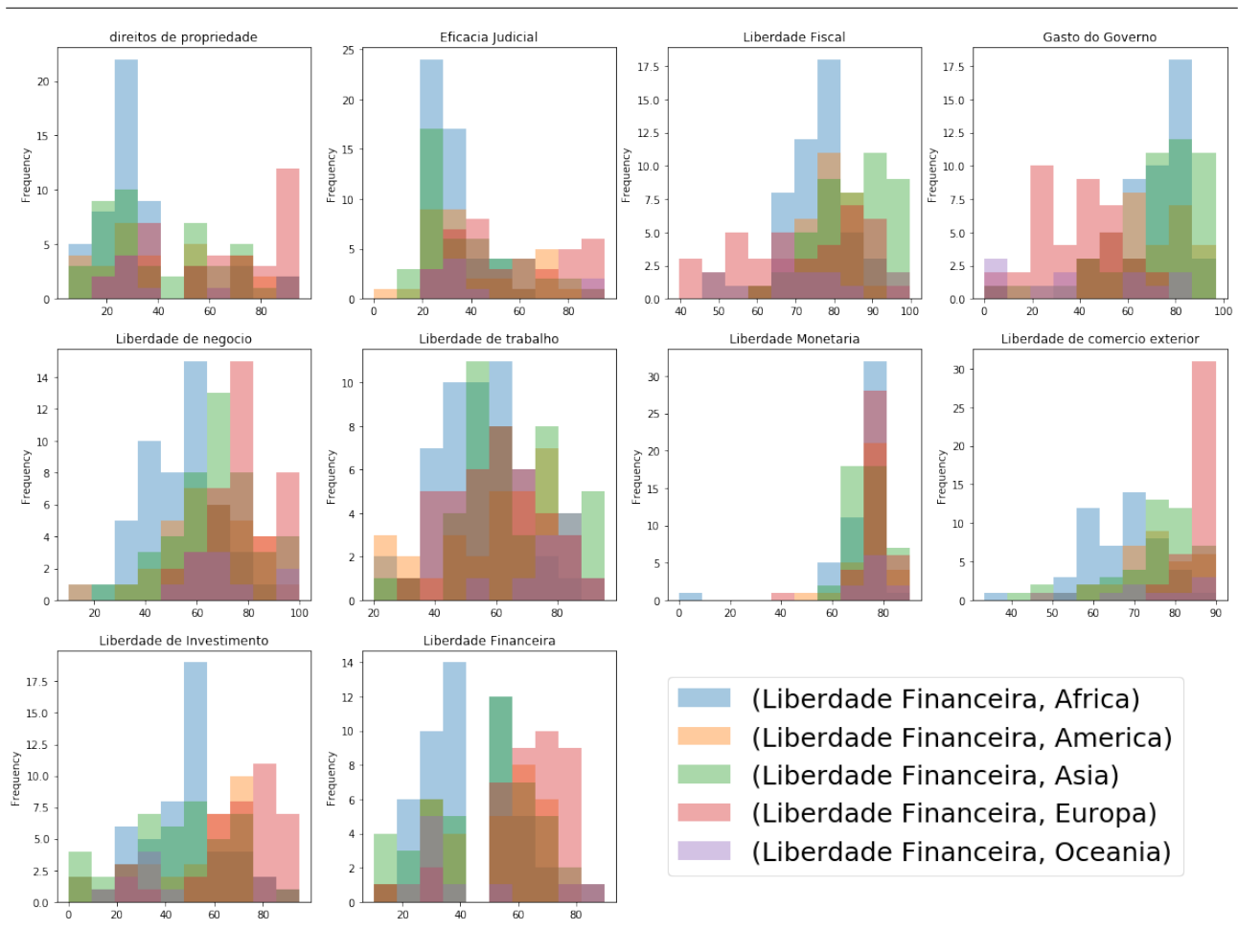
Figura 1: Boxplot dos atributos agrupados por continente.



Tendo em vista os resultados apresentados pelo *boxplot*, optou-se pela construção do histograma das covariáveis agrupados pelo continente, para verificar os dados apresentados anteriormente e reforçar a possibilidade de alguns atributos serem considerados como *outliers* ou não.

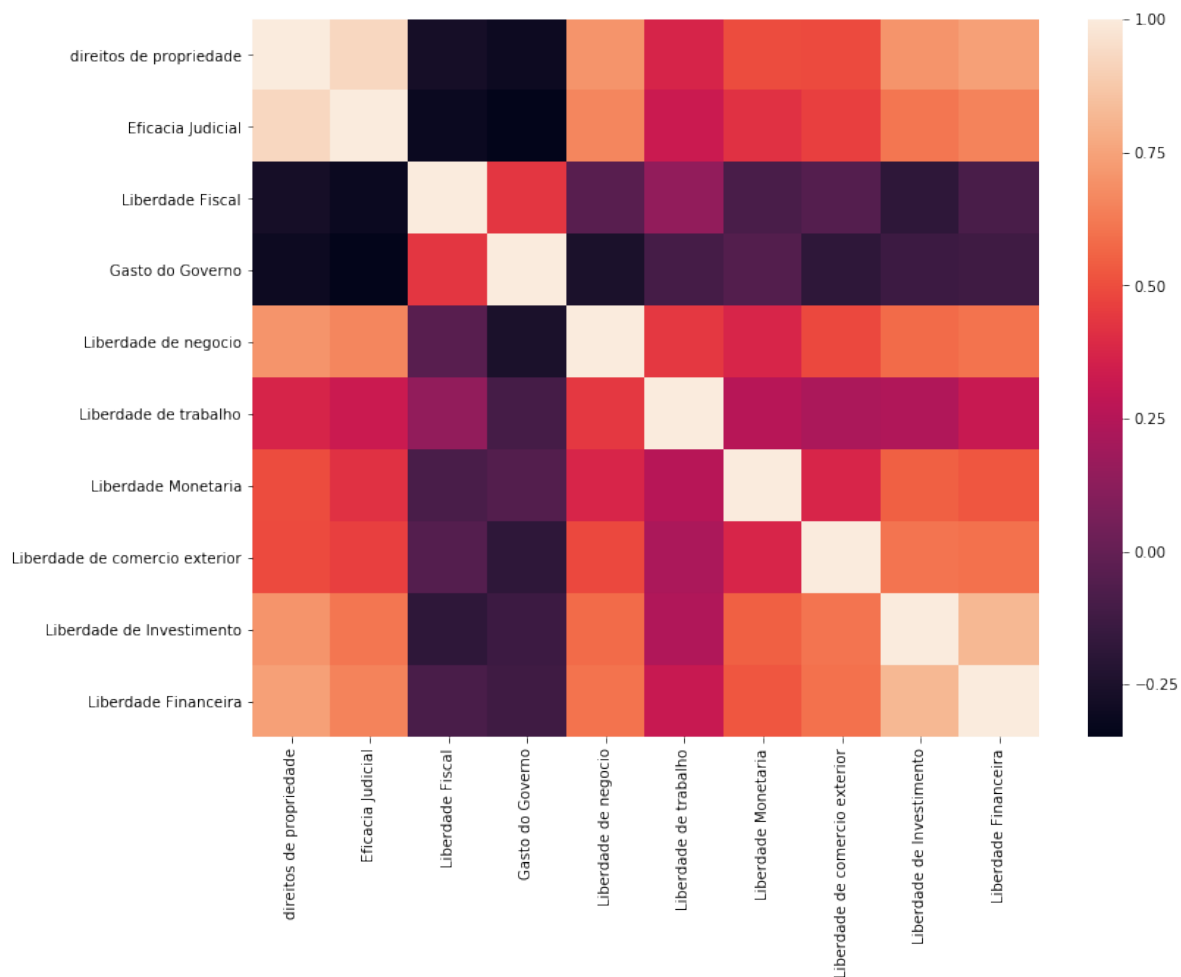
Na figura 2 pode ser observado os gráficos obtidos e, ao observar os atributos Eficácia judicial e Liberdade de comércio exterior para os continentes África e Europa, respectivamente, podemos observar que, de fato, alguns dados da Europa podem ser considerados como *outliers*. Porém, mesmo com essas duas análises resultantes dos dois gráficos, para se ter uma boa confirmação dessa hipótese seria desejável que um especialista da área fizesse a análise em conjunto.

Figura 2: Histograma dos atributos agrupados por continente.



Posteriormente à primeira análise em cima das variáveis, foi verificada a correlação entre os indicadores fornecidos, observada pelo *heatmap*, na figura 3. A partir deste, podemos observar alguns fatos interessantes:

- A variável “direitos de propriedade” possui uma alta correlação com a variável “Eficacia judicial”.
- As variáveis “Liberdade de negocio” “Liberdade de investimento” e “Liberdade Financeira” possuem uma correlação muito semelhante à variável “direitos de propriedade”.
- Com exceção das variáveis “Liberdade Fiscal” e “Gasto do governo” que são inversamente proporcionais ao crescimento das outras, as demais variáveis são diretamente proporcionais.

Figura 3: *Heatmap* da correlação entre os indicadores.

### 3 Estratégia de Análise Multivariada

Após a realização da exploração dos dados, foi iniciada a etapa de análise multivariada de modo a utilizar um método para obtenção do índice de liberdade econômica a partir do conjunto de dados. Para a resolução desse problema, foi abordada a estratégia de Análise de Componentes Principais (ACP).

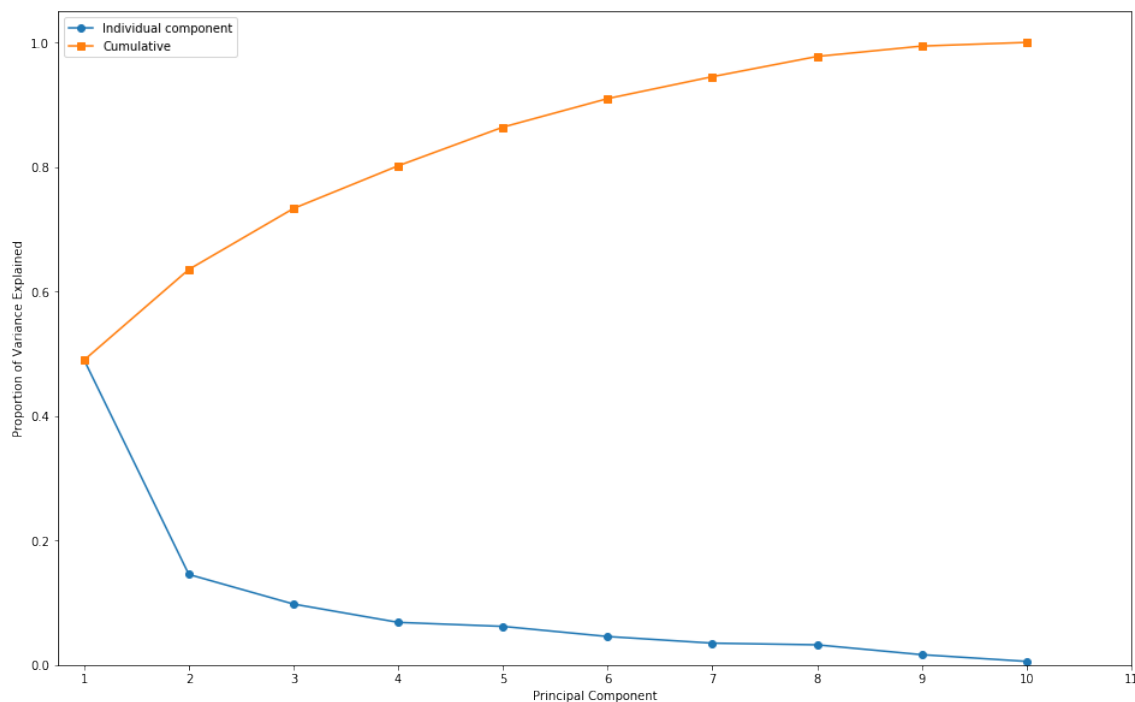
A ACP é uma técnica de análise multivariada que consiste em estudar a estrutura de interdependência de um conjunto de variáveis em uma base de dados<sup>3</sup>. Sabendo disso, foi utilizado este método para que fosse possível, com o componente principal de maior variância explicada, encontrar um meio de construção do índice desejado.

Em um primeiro momento os dados foram normalizados por *z-score* (média 0 e variância 1),

<sup>3</sup>MultiAula12AnaliseCompPrincipais.pdf

para garantir o balanceamento das escalas dos atributos a fim de tornar possível a execução satisfatória da técnica de ACP. Após essa etapa então foi calculado o *scree-plot* e a variância cumulativa explicada dos componentes principais, resultando na figura 4, nesta podemos observar que a primeira componente principal possui aproximadamente 49% da variância explicada.

Figura 4: *Scree-plot* e Variância cumulativa dos componentes principais obtidos pela ACP.



Com as informações providas pela ACP, podemos ainda realizar uma análise a respeito da correlação entre as variáveis originais do problema e os componentes principais obtidos. Tal informação é de suma importância para a criação do índice de liberdade econômica. Tendo isso em vista, pela figura 5, podemos concluir alguns resultados a partir da análise dos dois primeiros componentes principais:

- As variáveis “direitos de propriedade”, “Eficacia Judicial”, “Liberdade de negócio”, “Liberdade Monetaria”, “Liberdade de comercio exterior”, “Liberdade de investimento” e “Liberdade Financeira” são diretamente proporcionais ao valor do primeiro componente.
- As variáveis “Liberdade de Investimento” e “Liberdade Financeira” são fortemente relacionadas no primeiro CP
- No segundo CP as variáveis originais “Liberdade Fiscal” e “Gasto do Governo” representam o mesmo.

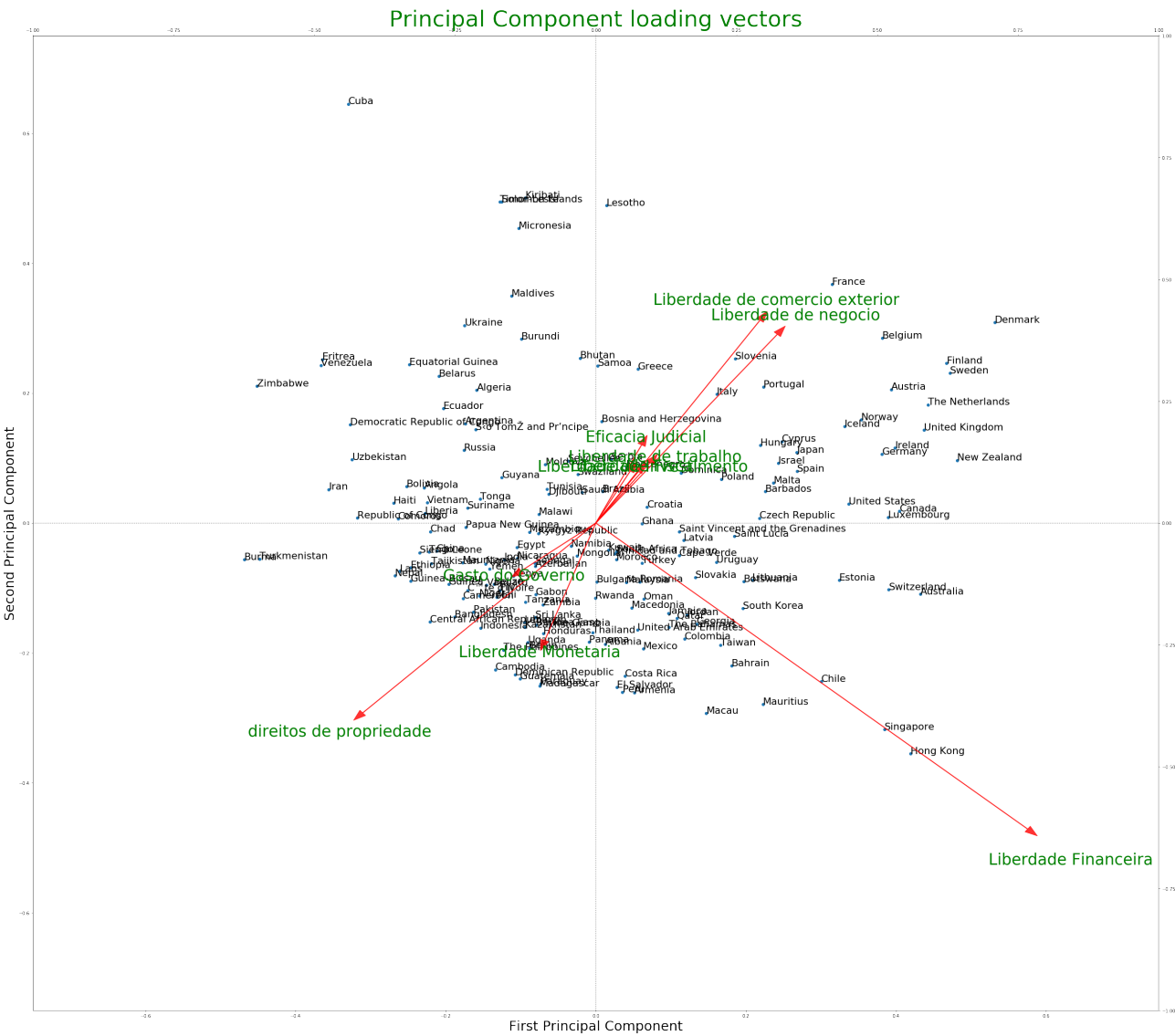


Figura 5: *Loading vectors* dos componentes principais.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
<b>direitos de propriedade</b>	-0.414033	0.081286	0.061156	-0.132445	0.322398	0.096037	-0.090607	0.291683	0.075602	0.767150
<b>Eficacia Judicial</b>	-0.389484	0.160199	0.106505	-0.098126	0.387161	0.123744	-0.240820	0.416107	0.105455	-0.627854
<b>Liberdade Fiscal</b>	0.110358	-0.686459	0.191208	0.275065	0.012711	0.531333	0.171313	0.272496	0.135197	-0.004013
<b>Gasto do Governo</b>	0.153008	-0.582100	-0.357534	-0.259311	0.433932	-0.374184	-0.324839	-0.090588	-0.023555	-0.009130
<b>Liberdade de negocio</b>	-0.357865	-0.089221	0.272140	0.158490	0.216165	0.264916	-0.229996	-0.764540	-0.098154	-0.028829
<b>Liberdade de trabalho</b>	-0.202835	-0.284696	0.699932	-0.249540	-0.252151	-0.502329	0.067705	0.056260	0.035755	-0.026250
<b>Liberdade Monetaria</b>	-0.283005	-0.162286	-0.274009	-0.584970	-0.548606	0.357703	-0.206056	-0.028467	-0.052158	-0.037291
<b>Liberdade de comercio exterior</b>	-0.309444	-0.114684	-0.196619	0.625971	-0.373946	-0.255944	-0.474665	0.167256	-0.018624	0.040262
<b>Liberdade de Investimento</b>	-0.381715	-0.084208	-0.314350	0.052642	-0.008053	-0.165519	0.462431	-0.195423	0.678401	-0.076773
<b>Liberdade Financeira</b>	-0.387975	-0.148559	-0.209773	0.075736	0.080821	-0.098820	0.509742	0.068214	-0.700088	-0.082184

Com o intuito de complementar as informações fornecidas acima, foi gerado o *biplot* da ACP, apresentado na figura 6

Figura 6: *Biplot* resultante da ACP.



O *biplot* apresenta o score de cada país baseado nos dois primeiros componentes principais. A direção das variáveis confirma alguns fatos interessantes obtidos anteriormente, como a correlação entre as variáveis e a influência destas no componente principal

## 4 Resultados e Discussão

A partir das análises realizadas e da aplicação da técnica de ACP, foi possível gerar um índice de liberdade econômica, apresentado na figura 7. O índice foi construído com base nos valores do primeiro componente principal e seus valores foram normalizados de 0 a 100.

Análises a respeito dos demais componentes foram realizadas e a remoção de possíveis *outliers* também foi executada para ser observado a mudança nos *loading vectors* dos componentes, no entanto, nenhum dos países foi considerado como um fator de grande impacto na melhoria dos resultados.

Além disso, também foi executada uma combinação linear dos dois primeiros componentes para a determinação do índice, mas esta tentativa se mostrou ineficiente, muito provável pela alta informação que o segundo componente carrega dos atributos “Liberdade fiscal” e “Gasto do governo”.

Por fim, apesar do índice obtido ter se assemelhado consideravelmente ao original, disponível em [1], a técnica de ACP aplicada é limitada e não consegue modelar da melhor maneira possível o problema, havendo perda de informações que podem ser muito relevantes para a determinação do índice.

Figura 7: Índice de liberdade econômica gerado.

Rank	Pais	Índice de liberdade econômica	Rank	Pais	Índice de liberdade econômica	Rank	Pais	Índice de liberdade econômica	Rank	Pais	Índice de liberdade econômica
1	Denmark	100.000	46	Uruguay	66.275	91	Paraguay	50.736	136	India	41.627
2	New Zealand	95.625	47	Jordan	66.181	92	Zambia	50.427	137	Russia	41.374
3	Sweden	93.910	48	Latvia	66.124	93	Moldova	50.414	138	Pakistan	41.143
4	Australia	92.983	49	Dominica	65.092	94	Uganda	50.306	139	Maldives	41.104
5	Hong Kong	91.618	50	Saint Vincent and the Grenadines	64.712	95	Kyrgyz Republic	50.110	140	Vanuatu	40.808
6	Finland	91.232	51	Qatar	64.582	96	Tunisia	49.949	141	Mauritania	39.940
7	The Netherlands	90.691	52	Macedonia	64.368	97	Lebanon	49.731	142	China	39.698
8	Switzerland	89.740	53	Jamaica	64.127	98	Nicaragua	49.701	143	Suriname	39.691
9	United Kingdom	89.409	54	United Arab Emirates	63.469	99	Guatemala	49.660	144	Vietnam	39.583
10	Singapore	89.347	55	Armenia	63.357	100	Sri Lanka	49.529	145	Argentina	38.761
11	Canada	87.882	56	Peru	63.128	101	Madagascar	49.448	146	Cameroon	38.718
12	Ireland	87.359	57	Croatia	62.865	102	Honduras	49.421	147	Tajikistan	38.491
13	Belgium	87.302	58	Mexico	62.411	103	Senegal	49.388	148	Ecuador	37.491
14	Austria	86.952	59	Romania	61.151	104	Mozambique	48.772	149	São Tomé and Príncipe	37.186
15	Germany	85.619	60	Montenegro	60.836	105	Belize	48.377	150	Guinea	36.891
16	Luxembourg	84.752	61	Malaysia	60.821	106	The Gambia	48.204	151	Bangladesh	36.558
17	Norway	83.729	62	Turkey	60.649	107	Micronesia	48.184	152	Central African Republic	36.273
18	United States	83.674	63	Oman	60.561	108	Gabon	47.714	153	Togo	35.890
19	Iceland	81.202	64	Cape Verde	60.543	109	Malawi	47.597	154	Bolivia	35.555
20	France	80.473	65	Greece	59.919	110	Tanzania	47.580	155	Liberia	35.497
21	Estonia	80.302	66	Bulgaria	59.740	111	Guyana	47.447	156	Haiti	35.278
22	Chile	79.975	67	El Salvador	59.685	112	Bhutan	47.358	157	Chad	35.125
23	Japan	79.699	68	Costa Rica	59.386	113	Mali	47.267	158	Comoros	35.041
24	Spain	78.395	69	South Africa	59.041	114	Burundi	47.226	159	Belarus	34.555
25	Cyprus	75.673	70	Albania	58.958	115	Dominican Republic	47.056	160	Guinea-Bissau	34.298
26	Czech Republic	75.039	71	The Bahamas	58.952	116	The Philippines	47.048	161	Sierra Leone	34.240
27	Israel	74.857	72	Bosnia and Herzegovina	58.358	117	Djibouti	46.882	162	Angola	34.171
28	Malta	74.587	73	Morocco	57.353	118	Solomon Islands	46.768	163	Laos	33.881
29	Mauritius	73.680	74	Rwanda	57.099	119	Fiji	46.667	164	Nepal	33.504
30	Hungary	73.434	75	Mongolia	56.618	120	Benin	46.519	165	Equatorial Guinea	33.035
31	Portugal	73.342	76	Namibia	56.202	121	Kiribati	46.162	166	Ethiopia	32.932
32	Lithuania	73.166	77	Thailand	56.174	122	Kenya	46.156	167	Republic of Congo	29.811
33	Taiwan	71.264	78	Trinidad and Tobago	55.891	123	Papua New Guinea	45.720	168	Uzbekistan	28.684
34	Slovenia	71.123	79	Lesotho	55.890	124	Tonga	45.374	169	Democratic Republic of Congo	24.388
35	South Korea	70.707	80	Panama	55.465	125	Seychelles	45.162	170	Cuba	23.499
36	Bahrain	70.654	81	Ghana	55.390	126	Cambodia	44.876	171	Eritrea	23.225
37	Saint Lucia	70.650	82	Brazil	54.659	127	Indonesia	44.478	172	Iran	22.103
38	Italy	70.458	83	Samoa	54.648	128	Timor-Leste	44.013	173	Turkmenistan	20.603
39	Poland	69.788	84	Serbia	54.608	129	Niger	43.805	174	Venezuela	19.323
40	Botswana	69.786	85	Kuwait	54.556	130	Yemen	43.283	175	Burma	16.376
41	Macau	69.671	86	Swaziland	52.959	131	Egypt	42.972	176	Zimbabwe	0.000
42	Georgia	69.469	87	Saudi Arabia	52.335	132	Algeria	42.908			
43	Barbados	69.135	88	Azerbaijan	50.931	133	Côte d'Ivoire	42.875			
44	Slovakia	68.465	89	Kazakhstan	50.904	134	Nigeria	42.858			
45	Colombia	67.112	90	Burkina Faso	50.877	135	Ukraine	42.045			

## Referências

- [1] Heritage foundation. <https://www.heritage.org/index/book/methodology>.