



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Matemática

Bacharelado em Estatística

**ANÁLISE MULTIVARIADA DA GESTÃO
PÚBLICA DA SAÚDE MENTAL E
IMPACTO SOBRE AS OCORRÊNCIAS
DE SUICÍDIO NA AMÉRICA DO SUL**

Diansley Raphael dos Santos Peres

Uberlândia-MG

2019

Diansley Raphael dos Santos Peres

**ANÁLISE MULTIVARIADA DA GESTÃO
PÚBLICA DA SAÚDE MENTAL E
IMPACTO SOBRE AS OCORRÊNCIAS
DE SUICÍDIO NA AMÉRICA DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Estatística como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Orientador: Prof^a Dr^a Priscila Neves Faria

**Uberlândia-MG
2019**



**Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Matemática**

Coordenação do Curso de Bacharelado em Estatística

A banca examinadora, conforme abaixo assinado, certifica a adequação deste trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Uberlândia, ____ de _____ de 20____

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Priscila Neves Faria

Prof Dr Pedro Franklin Cardoso Silva

Prof Dr Nilson Berenchtein Netto

**Uberlândia-MG
2019**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Nilda Maria Santos, por sua incansável dedicação à minha criação como mãe solteira, enfrentando tantos desafios, mas sempre priorizando a minha educação. Quero que saiba que você é parte da minha motivação para terminar essa graduação.

Ao meu parceiro de vida, Denis dos Reis Oliveira. Obrigado pelos incentivos constantes e por entender as minhas limitações financeiras, as ausências e até mesmo o estresse por conta das aulas e atividades da faculdade. Se cheguei até aqui, também foi graças a você.

A todos os tutores e colegas de curso com quem trabalhei como aluno bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET) do curso de Estatística. O PET me fez crescer como pessoa e como profissional, mostrando que, por mais experiência que tenhamos todos ainda temos algo muito importante para aprender.

Aos professores do curso de Estatística, pela dedicação ao ensino e formação de profissionais em uma área tão desafiadora. Em especial à minha orientadora, Priscila Neves Faria, pelos puxões de orelha e pelos reconhecimentos, sempre visando a entrega de um trabalho final de qualidade.

À Kyros Tecnologia, em especial ao meu amigo e coordenador, Henrique de Castro Neto, por possibilitarem o meu desenvolvimento como cientista de dados, por acreditarem e investirem no meu potencial e me proporcionarem condições de aprender ainda mais do que a faculdade ensinou.

Aos irmãos da Ordem Esotérica Cristã (OEC) por me ensinarem a ser hoje uma pessoa melhor do que ontem. Devo muito à vocês pelo amadurecimento que eu alcancei a partir desse encontro. Obrigado por me fazerem resgatar a fé que há em mim. Concluir essa etapa e vislumbrar novos horizontes é fruto também de toda essa bagagem que adquirei com vocês.

"Senhor, fazei-me instrumento da vossa paz
Onde houver ódio, que eu leve o amor
Onde houver ofensa, que eu leve o perdão
Onde houver discórdia, que eu leve a união
Onde houver dúvida, que eu leve a fé
Onde houver erro, que eu leve a verdade
Onde houver desespero, que eu leve a esperança
Onde houver tristeza, que eu leve a alegria
Onde houver trevas, que eu leve a luz.
Ó mestre, fazei que eu procure mais consolar do que ser consolado
Compreender do que ser compreendido
Amar que ser amado
Pois, é dando que se recebe
É perdoando que se é perdoado
E é morrendo que se vive
Para a vida eterna"
(Oração de São Francisco de Assis)

RESUMO

O sistema de políticas públicas desempenha um papel decisivo no combate ao suicídio, planejando e desenvolvendo soluções para que governo e sociedade consigam elaborar, juntos, estratégias para a melhoria do cenário atual. O presente estudo teve como objetivo realizar a análise multivariada das taxas de suicídio em países da América do Sul em relação à atuação da gestão pública da saúde mental, de acordo com dados disponibilizados pela OMS. Através de clusterização hierárquica, com distância euclidiana padronizada e método da ligação média (UPGMA) os países foram agrupados de acordo com a semelhança dos indicadores de gestão. Os grupos formados forneceram indícios de que países com programas e estratégias de prevenção ao suicídio mais recentes e com maior disponibilidade de profissionais, leitos e hospitais especializados apresentam menores taxas de suicídio.

Palavras-chave: Suicídio, Análise de Cluster, Saúde Mental.

ABSTRACT

The public policy system plays a decisive role in combating the suicide, devising and developing solutions so that government and society can jointly develop strategies to improve the current scenario. This paper aims to perform a multivariate analysis of suicide rates in South American countries according to the performance of public management in mental health, based on data provided by the WHO. The countries were grouped according to the similarity of management indicators through hierarchical clustering with standardized Euclidean distance and average linkage method (UPGMA). The formed groups showed evidence that countries with more recent suicide prevention programs and strategies as well as greater availability of professionals, beds, and specialized hospitals had lower suicide rates.

Keywords: Suicide, Cluster Analysis, Mental Health.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	I
Lista de Tabelas	III
1 Introdução	1
2 Materias e Métodos	3
2.1 Dados	3
2.2 Softwares Utilizados	3
2.3 Metodologia	4
2.3.1 Medidas de Similaridade e Dissimilaridade (distâncias)	5
2.3.2 Métodos Hierárquicos de agrupamento	8
2.3.3 Coeficiente de Correlação Cofenético (CCC)	11
2.3.4 Estatística Pseudo F	11
2.3.5 Métodos de Otimização	12
3 Resultados	13
4 Considerações finais	25
Referências Bibliográficas	27

LISTA DE FIGURAS

2.1	Exemplo de dendrograma.	4
2.2	Exemplo dos métodos de ligação simples, completa e média.	8
3.1	América do Sul	15
3.2	População dos países da América do Sul.	16
3.3	DALY por 100.000 habitantes nos países da América do Sul.	16
3.4	Taxa de suicídio a cada 100.000 habitantes por sexo em países da América do Sul.	17
3.5	Idade (anos) do plano ou política de saúde mental adotado pelos países da América do Sul.	17
3.6	Taxa de trabalhadores da Saúde Mental por 100.000 habitantes em países da América do Sul.	18
3.7	Taxa por 100.000 habitantes de leitos em hospitais especializados em saúde mental nos países da América do Sul.	18
3.8	Taxa por 100.000 habitantes de hospitais especializados em saúde mental nos países da América do Sul.	19
3.9	Variáveis relacionadas à promoção da saúde mental.	19
3.10	Agrupamento dos países avaliados com base no método de ligação média ou UPGMA.	20
3.11	Agrupamento dos países avaliados com base no método de ligação completa.	22
3.12	Agrupamento dos países avaliados com base no método de ligação mediana.	22
3.13	Agrupamento dos países avaliados com base no critério de Ward.	23

LISTA DE TABELAS

2.1	Matriz de dados de n indivíduos e p variáveis (X_1 a X_p).	5
2.2	Tabela de contingência referente ao significado de ocorrência ou não de certa característica nos itens i e k	6
2.3	Coefficientes de similaridade que consideram a ausência conjunta.	7
2.4	Coefficientes de similaridade que desconsideram a ausência conjunta	7
3.1	Variáveis extraídas dos relatórios de Saúde Mental da OMS.	14
3.3	Análise descritiva das variáveis quantitativas.	15
3.4	CCC relacionado a cada método de ligação considerado.	20
3.5	Resumo das variáveis relativas à gestão da saúde mental dentro dos grupos. . . .	21
3.6	Média das variáveis relativas ao suicídio dentro dos grupos.	21

1. INTRODUÇÃO

O suicídio é um fenômeno tratado muitas vezes como tabu ou encarado como escolha de cada sujeito, visão esta que não considera a multicausalidade desse fenômeno. O esforço para a prevenção do suicídio deve ser realizado em diversos âmbitos de forma integrada objetivando uma redução ou controle das taxas, como pode ser observado em países com estratégias nacionais robustas e bem desenvolvidas [14].

O suicídio é um problema epidemiologicamente relevante e complexo, resultante de uma intrincada interação de fatores biológicos, psicológicos, sociais, culturais e ambientais. Dessa forma é difícil explicar porque algumas pessoas cometem suicídio, enquanto outras em situação pior ou similar não o fazem. O encaminhamento de indivíduos com comportamento suicida para diversos profissionais de saúde é fundamental para o atendimento integral nas diferentes áreas do conhecimento, tanto da saúde quanto das ciências humanas, como serviço social e psicologia. [36]

De acordo com dados divulgados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) [9] cerca de 800.000 pessoas morrem por suicídio no mundo a cada ano. Verificou-se no relatório de 2017 a existência de apenas 2 profissionais especializados em saúde mental a cada 100.000 habitantes em países de baixa renda. Países bem desenvolvidos economicamente investem pelo menos 80 vezes mais em saúde mental e demonstram 3 vezes mais programas de prevenção ao suicídio.

O relatório da OMS indica ainda que o valor destinado ao tratamento de doenças mentais comuns como ansiedade e depressão significa um retorno quatro vezes maior em saúde e capacidade de trabalho. Ao passo que, de acordo com custos de tratamento em 36 países, o baixo acesso da população a políticas de tratamento dessas doenças resultará em uma perda econômica global de um trilhão de dólares por ano até 2030.

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) [7] em folha informativa, divulgada em Abril de 2018, afirma que os sistemas de saúde não respondem adequadamente à carga de transtorno mentais em todo o mundo, de modo que entre 76% e 85% das pessoas com transtornos mentais não recebem tratamento adequado em países de baixa e média renda e entre 35% e 50% estão na mesma situação em países de alta renda. Segundo a OPAS, além do apoio dos serviços de saúde, as pessoas com transtornos mentais necessitam de apoio e cuidados sociais.

Em relação à intenção suicida, [15] indicam que o fenômeno pode se dar em diferentes níveis, entre eles: ideiação suicida, ameaça suicida, gesto suicida, tentativa de suicídio e suicídio exitoso. De forma que ideias, desejos, declarações sobre o desejo de morrer e o pensamento sobre como tal atitude iria influenciar as pessoas também fazem parte do espectro de comportamento

suicida [28]. O Estado precisa, portanto, assistir os indivíduos sob diferentes níveis de ideação, visto que o pronto atendimento atende somente casos mais relacionados ao êxito das tentativas.

[42] apud [11, 31] apresentaram um estudo realizado na Hungria que apontou uma relação entre fatores que podem estar associados às ideias, tentativas e concretizações suicidas. No estudo foram observados a associação com fatores sociodemográficos como o desemprego, a baixa escolaridade, o estado civil, bem como o isolamento social, assim como com fatores clínicos, nomeadamente a existência de diagnósticos prévios de doença mental, com particular destaque para a depressão e a esquizofrenia, assim como os casos de abuso de álcool e drogas.

Conforme explicam [43], quando se analisa o mundo que nos cerca, identifica-se que todos os acontecimentos, sejam eles culturais ou naturais, envolvem um grande número de variáveis. As diversas ciências têm a pretensão de conhecer a realidade, e de interpretar os acontecimentos e os fenômenos, baseadas no conhecimento das variáveis intervenientes, consideradas importantes nesses eventos. Quando um fenômeno depende de muitas variáveis, geralmente as técnicas univariadas falham, pois não basta conhecer informações estatísticas isoladas. É necessário, também, conhecer a totalidade dessas informações fornecidas pelo conjunto das variáveis e suas relações. Quando as relações existentes entre as variáveis não são percebidas, efeitos desconhecidos dificultam a interpretação do fenômeno a partir das variáveis consideradas.

Em se tratando da gestão da saúde pública, percebe-se que, conforme defendem [21], apesar do aumento de periódicos observados na área de saúde mental a partir de 2008, o número de artigos indexados é extremamente baixo. Em pesquisa conduzida por [37], ficou claro que o Sistema Único de Saúde (SUS) é o elemento central na implantação e operacionalização de medidas preventivas ao suicídio. Os autores concluíram ainda que as políticas públicas são necessárias para que se tenha planejamento e solução para as tentativas de suicídio, para que o governo junto com a sociedade consiga estratégias para a melhoria do cenário atual.

Pretende-se, assim, dar contributo para a área do saber através da análise estatística multivariada das taxas de suicídio nos países da América do Sul em relação a várias características avaliadas da atuação da gestão pública da saúde mental, de acordo com dados disponibilizados pela OMS. Espera-se que as técnicas multivariadas de agrupamento hierárquico permitam identificar países com políticas públicas de saúde mental similares e, a partir disso, avaliar o efeito das ocorrências de suicídio nos agrupamentos.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 DADOS

Para a realização desse trabalho foram utilizados dados obtidos diretamente da página da OMS (<https://www.who.int>), que são informações livremente disponíveis para todos utilizarem e redistribuírem como desejarem, sem restrição de licenças, patentes ou mecanismos de controle.

Foram extraídos dados referentes a taxas de mortalidade por suicídio em cada país entre homens e mulheres no ano de 2016. A partir do Atlas de Saúde Mental da OMS de 2017 foram derivadas variáveis indicadoras da população total, tempo de vigência do plano de saúde mental adotado e relação por 100.000 habitantes de: trabalhadores em saúde mental, hospitais especializados, atendimentos realizados e leitos disponíveis em centros especializados.

O referido Atlas ainda possibilitou derivar variáveis indicadoras da existência de pelo menos dois programas em funcionamento de promoção da saúde mental e de estratégias de prevenção ao suicídio, além do indicador DALY (disability-adjusted life year) ou anos de vida perdidos ajustados por incapacidade, que é composto pela soma das estimativas dos anos de vida perdidos por morte prematura (YLL; years of life lost, em inglês) e dos anos de vida vividos com incapacidade (YLD; years lived with disability, em inglês) em cada país [18], ou ainda

$$DALY = YLL + YLD \quad (2.1)$$

Foram considerados nesse trabalho os dados de 11 países da América do Sul disponíveis nos relatórios citados: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname e Uruguai.

2.2 SOFTWARES UTILIZADOS

O tratamento dos dados e análises estatísticas foram realizados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel (2016) e do software RStudio [33]. Os gráficos de mapa apresentados na Seção 3 foram criados através de planilhas online do Google Docs [3]. A análise de agrupamento foi realizada através dos softwares PAST [26] e Action Stat [22].

2.3 METODOLOGIA

Clusterização consiste em dividir a população ou os pontos de dados em vários grupos ou clusters, de modo que os indivíduos nos mesmos grupos sejam mais semelhantes entre si do que entre os membros de outros grupos. Em outras palavras, o objetivo é identificar indivíduos com traços semelhantes e atribuí-los a clusters. Suponha que o gestor de uma loja de aluguel queira entender as preferências de seus clientes para expandir seus negócios. É possível que ele veja os detalhes de cada cliente e crie uma estratégia comercial única para cada um deles? Definitivamente não. Mas é possível agrupar todos os clientes em k grupos com base em seus hábitos de compra e usar uma estratégia específica para cada um dos k agrupamentos [4].

Os métodos de clusterização podem ou não serem hierárquicos ou aglomerativos. Os métodos hierárquicos têm como principal característica fornecer mais de um tipo de partição dos dados, onde um cluster pode ser mesclado a outro em determinado passo do algoritmo. Os métodos hierárquicos podem ainda ser aglomerativos ou divisivos. No primeiro caso, todos os elementos começam separados e vão sendo agrupados em etapas, um a um, até que se tenha um único cluster com todos os elementos. No método divisivo todos os elementos começam juntos em um único cluster, e vão sendo separados um a um, até que cada elemento seja seu próprio cluster [5]. O produto final de um algoritmo de clusterização é o gráfico conhecido como *dendrograma*, onde é possível visualizar os diversos agrupamentos possíveis, conforme o exemplo apresentado na Figura 2.1.

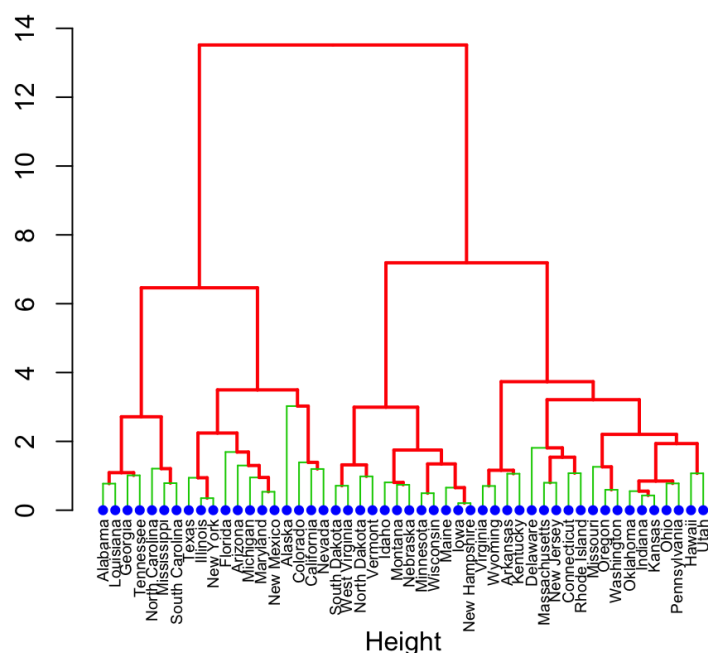


Figura 2.1: Exemplo de dendrograma.

Fonte: [1]

Os métodos não-hierárquicos necessitam de uma partição inicial e são mais flexíveis, uma vez que os elementos podem ser trocados de grupo durante a execução do algoritmo [5].

2.3.1 MEDIDAS DE SIMILARIDADE E DISSIMILARIDADE (DISTÂNCIAS)

A Análise de Agrupamentos é iniciada ao organizar a matriz de dados (Tabela 2.1), onde as linhas são os indivíduos e as colunas são as variáveis, sendo que o número de indivíduos deverá ser maior do que o número de variáveis ($n > p$).

Tabela 2.1: Matriz de dados de n indivíduos e p variáveis (X_1 a X_p).

Indivíduo	X_1	X_2	$\dots$	X_j	$\dots$	X_p
1	X_{11}	X_{12}	$\dots$	X_{1j}	$\dots$	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	$\dots$	X_{2j}	$\dots$	X_{2p}
$\vdots$	$\vdots$			$\vdots$		$\vdots$
i	X_{i1}	X_{i2}	$\dots$	X_{ij}	$\dots$	X_{ip}
$\vdots$	$\vdots$			$\vdots$		$\vdots$
n	X_{n1}	X_{n2}	$\dots$	X_{nj}	$\dots$	X_{np}

O segundo passo é obter a distância entre os indivíduos levando em conta todas as variáveis. De acordo com [24], tem-se dois tipos de medidas: as de dissimilaridade e as de similaridade. Nas do primeiro tipo, quanto maior a distância entre dois indivíduos, mais eles diferem entre si. Geralmente trabalha com variáveis qualitativas. Nas do segundo tipo, quanto menor a distância entre dois indivíduos, mais similares eles são. Geralmente trabalha com variáveis quantitativas.

DISSIMILARIDADE

Existem várias medidas de distâncias e cada uma delas gera um tipo diferente de agrupamento. Uma das medidas de dissimilaridade é a Distância Euclidiana, calculada a partir da distância entre os indivíduos usando a ideia do teorema de Pitágoras. Segundo [27], sua fórmula é dada por:

$$D_{ik} = \sqrt{(X_{i1} - X_{k1})^2 + (X_{i2} - X_{k2})^2 + \dots + (X_{ip} - X_{kp})^2} \quad (2.2)$$

Porém, esta medida não é muito utilizada, uma vez que as variáveis devem estar na mesma escala e mesma unidade. Existe também distância Euclidiana Padronizada [17] que segue a mesma ideia anterior, porém padroniza os dados através da fórmula:

$$Z = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i} \quad (2.3)$$

em que X_{ij} é o valor observado da variável i no indivíduo j , $\bar{X}_i$ é o valor médio observado da variável i e S_i é o desvio-padrão amostral da variável i .

A distância Euclidiana cresce de acordo com o número de variáveis. Para resolver isso, dividimos o valor da distância Euclidiana D_{ik} pela raiz quadrada do total p de variáveis. Esse método recebe o nome de distância Euclidiana Média, calculada através da seguinte fórmula, segundo [16]:

$$\Delta_{ik} = \frac{1}{\sqrt{p}} D_{ik} \quad (2.4)$$

Outra importante medida de distância é a de Mahalanobis, que leva em consideração a correlação entre as variáveis e apresenta a vantagem de evitar problemas de escala. Verificada a significância estatística da correlação, é possível obter a distância entre dois vetores X_i e X_k , de mesma distribuição e que possuam uma matriz de covariância S , segundo [34], através da seguinte equação:

$$D_{ik} = \sqrt{(X_i - X_k)' S^{-1} (X_i - X_k)} \quad (2.5)$$

Outras duas medidas de dissimilaridade estudadas são a de Minkowsky e a City-Block ou Manhattan. Ambas são similares à distância Euclidiana. A distância City-Block também é calculada com base no teorema de Pitágoras, porém a distância dos indivíduos é dada pela soma dos catetos. A distância de Minkowsky, em caso de valores discrepantes na amostra, é menos afetada do que a distância Euclidiana. De acordo com [25], a distância de Minkowsky é calculada por:

$$D_{ij} = \left[\sum_{j=1}^p |X_{ij} - X_{ik}|^m \right]^{1/m} \quad (2.6)$$

Tem-se as distâncias City-Block e Euclidiana para $m = 1$ e $m = 2$, respectivamente.

SIMILARIDADE

Em muitos casos as variáveis coletadas são qualitativas, ou seja, indicam atributos não numéricos dos indivíduos como cor dos olhos, nacionalidade ou sexo. Nesses casos, para realizar a análise de agrupamentos, é necessário criar variáveis *dummies* para cada nível dos atributos, cujos valores indicarão a presença (1) ou ausência (0) de cada nível para os indivíduos. A similaridade entre os indivíduos, nesses casos, é avaliada a partir de uma tabela de contingência (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: Tabela de contingência referente ao significado de ocorrência ou não de certa característica nos itens i e k .

Item		k	
		1	0
Item	1	a	b
	0	c	d
Totais		$a + c$	$b + d$
		$p = a + b + c + d$	

Conforme explica [29], a representa o número de características presentes em ambos os indivíduos; b o número de casos 0 para o indivíduo i e 1 para o indivíduo k ; c o número de casos indicativos de presença para i e ausência para k e d o número de características ausentes em ambos os indivíduos. As somas $a + b + c + d$, $a + d$ e $b + c$ representam o número total de características binárias estudadas, o número de coincidências e o número de diferenças, respectivamente.

Os coeficientes de similaridades podem ser subdivididos em subgrupos que consideram a ausência conjunta e que desconsideram a ausência conjunta [29], conforme tabelas 2.3 e 2.4.

Tabela 2.3: Coeficientes de similaridade que consideram a ausência conjunta.

Coeficientes	Fórmula*	Ocorrência
Simple Matching (1958)	$\frac{a+d}{a+b+c+d}$	[0,1]
Russel e Rao (1940)	$\frac{a}{a+b+c+d}$	[0,1]
Rogers e Tanimoto (1960)	$\frac{a+d}{a+d+2(b+c)}$	[0,1]
Hamann (1961)	$\frac{(a+d)-(b+c)}{a+b+c+d}$	[0,1]
Ochiai II (1957)	$\frac{ad}{\sqrt{(a+d)(a+c)(d+b)(d+c)}}$	[0,1]
Sokal e Sneath (1963)	$\frac{2(a+d)}{2(a+d)+b+c}$	[0,1]

*O significado de a,b,c e d é apresentado na Tabela 2.2

Tabela 2.4: Coeficientes de similaridade que desconsideram a ausência conjunta

Coeficientes	Fórmula*	Ocorrência
Jaccard (1908)	$\frac{a}{a+b+c}$	[0,1]
Sorensen-Dice (1945)	$\frac{2a}{2a+b+c}$	[0,1]
Anderberg (1973)	$\frac{a}{a+2(b+c)}$	[0,1]
Ochiai (1957)	$\frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$	[0,1]
Czekanowsky (1913)	$\frac{2a}{2a+b+c}$	[0,1]
Kulczynski I (1927)	$\frac{a}{b+c}$	[0, +∞)
Kulczynski II (1927)	$\frac{a}{2} \left(\frac{1}{a+b} + \frac{1}{a+c} \right)$	[0,1]

*O significado de a,b,c e d é apresentado na Tabela 2.2

Finalmente, é necessário montar a matriz de distâncias, onde as linhas são enumeradas dos indivíduos ou itens i_1 ao i_n , e as colunas são enumeradas de maneira análoga. A diagonal principal dessa matriz apresenta todos os valores nulos indicando a distância de cada indivíduo consigo mesmo. Em se tratando de uma matriz de similaridade, a diagonal principal indicará o máximo de similaridade possível (geralmente 1, a depender do coeficiente adotado), de maneira análoga à matriz de dissimilaridade. Além disso, sabe-se que a distância ou similaridade entre o indivíduo i e o indivíduo j é a mesma entre o indivíduo j e o indivíduo i . Logo, tem-se uma matriz simétrica.

2.3.2 MÉTODOS HIERÁRQUICOS DE AGRUPAMENTO

Basicamente, os Métodos Hierárquicos dividem os indivíduos em grupos sendo este processo repetido até a formação do gráfico conhecido como Dendrograma. Existem vários métodos de agrupamentos hierárquicos na literatura [16, 19], onde cada um formará um tipo diferente de agrupamento.

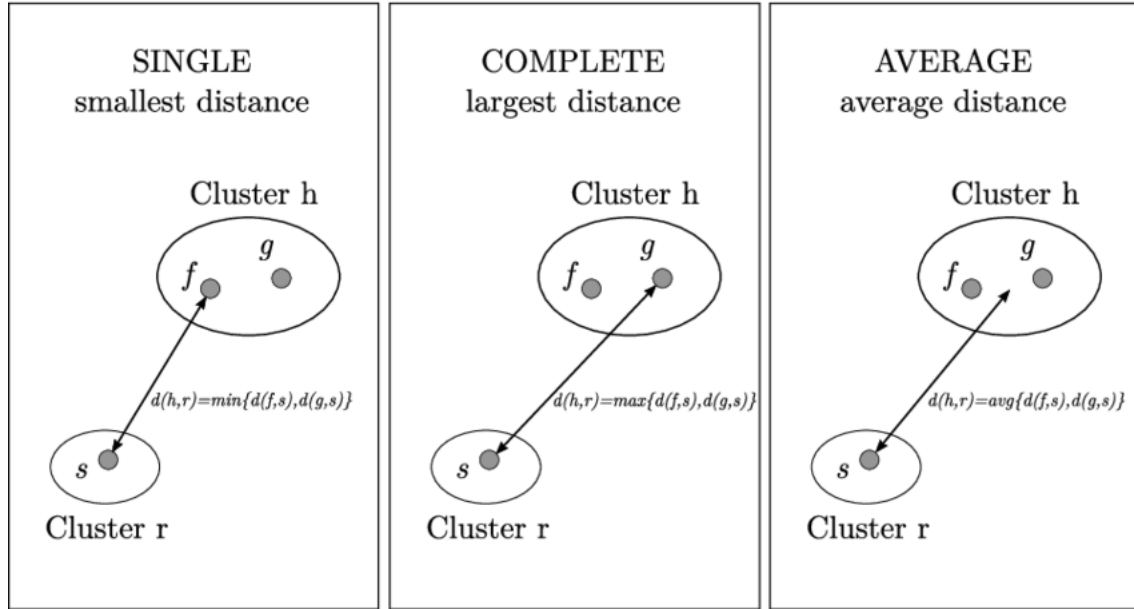


Figura 2.2: Exemplo dos métodos de ligação simples, completa e média.

Fonte: [40]

Na Figura 2.2 são exemplificados 3 métodos de ligação. A seguir, serão descritos os métodos mais comuns e que estão disponíveis na maioria dos softwares estatísticos.

MÉTODO DA LIGAÇÃO SIMPLES (SIGLE LINKAGE)

Também conhecido como Método do Vizinho mais Próximo, o método cria os grupos a partir do uso da função “mínimo”, ou seja, agrupa um indivíduo a um grupo a partir da menor distância observada entre o indivíduo e cada membro do agrupamento [12].

A aplicação desse método demonstra: a não identificação de grupos muito próximos; a identificação de grupos de formas não-elípticas; uma baixa tolerância a ruídos com bons resultados para distâncias Euclidianas ou outras distâncias além da tendência a formar cadeias longas [13].

Como exemplo, suponha que em um dado momento do agrupamento se tenha dois grupos, um contendo elementos amostrais 1,3 e 5, e outro contendo os elementos 2 e 4. Assim temos $G_1 = \{X_1, X_2, X_3\}$ e $G_2 = \{X_2, X_4\}$. Logo, a distância entre esses dois grupos será definida por:

$$d(G_1, G_2) = \min\{d(X_l, X_k), l \neq k, l = \{1, 3, 5\}, k = \{2, 4\}\} \quad (2.7)$$

O método resume em:

1. Calcular a matriz de distância;
2. Encontrar a menor distância na matriz;
3. Agrupar os conglomerados mais similares com relação à distância. O processo é repetido até que a última variável seja agrupada.

MÉTODO DA LIGAÇÃO COMPLETA (COMPLETE LINKAGE)

Nesse método, após agrupar dois indivíduos mais semelhantes, de menor distância, verifica-se a distância máxima deste primeiro grupo para os objetos restantes [24]. Usando o exemplo anterior temos:

$$d(G_1, G_2) = \max\{d(X_l, X_k), l \neq k, l = \{1, 3, 5\}, k = \{2, 4\}\} \quad (2.8)$$

O Método da Ligação Completa apresenta a tendência de encontrar clusters compactos compostos por itens muito semelhantes entre si. Sempre que um item é adicionado a um grupo a distância do novo grupo para os demais aumenta ou fica inalterada. Outra característica desse método é a tendência de formar grupos pequenos que depois serão aglutinados para formar grupos maiores [32].

MÉTODO DA LIGAÇÃO MÉDIA (AVERAGE LINKAGE OU UPGMA)

Trata-se de um método não-ponderado de agrupamentos aos pares, que utiliza médias aritméticas das medidas de dissimilaridade e evita o agrupamento com base em valores extremos (mínimo ou máximo) [19]. Esse tipo de agrupamento trata as distâncias entre dois grupos como a média entre todos os pares de elementos que podem ser formados com os elementos dos dois conglomerados que estão sendo comparados. Portanto, se um Grupo G_1 tem n elementos e outro grupo G_2 tem m elementos, a distância entre eles é dada, segundo [30], por:

$$d(D_1, D_2) = \sum_{l \in D_1} \sum_{k \in D_2} \left(\frac{1}{nm} \right) d(X_l, X_k) \quad (2.9)$$

subsubsectionMétodo do Centróide (Centroid Method)

Esse método calcula a distância entre dois grupos a partir de vetores de médias, ou centróides, dos grupos que estão sendo comparados. Tomando como base os grupos G_1 e G_2 apresentados na subseção 2.3.2, os vetores de médias correspondentes são $V_1 = \frac{1}{3}[X_1 + X_3 + X_5]$ e $V_2 = \frac{1}{2}[X_2 + X_4]$. Assim, a distância entre G_1 e G_2 é definida por:

$$d(G_1, G_2) = (V_1, V_2)'(V_1, V_2) \quad (2.10)$$

que é na verdade a distância Euclidiana ao quadrado entre os vetores de médias V_1 e V_2 . Tal método também pode ser usado com a distância Euclidiana usual entre os vetores de médias. Trata-se de um método direto e simples, apesar da desvantagem de um maior custo computacional devido ao fato de ser necessário retornar aos dados originais em cada passo para

o cálculo da matriz de distâncias [30]. Logo, não é possível usar esse procedimento em casos que se dispõe apenas da matriz de distância dos indivíduos.

MÉTODO DA LIGAÇÃO MEDIANA (WPGMC)

Trata-se de um método semelhante ao método do centróide, com a diferença de que, ao agrupar os conglomerados l e k , os seus centróides, V_l e V_k recebem o mesmo peso, antes de formarem o centróide resultante do agrupamento.

$$\bar{V} = \frac{V_l + V_k}{2} \quad (2.11)$$

O novo centróide $\bar{V}$ é a média dos centróides agrupados, dessa forma, o grupo com maior grupo de indivíduos não absorve o grupo menor. A mediana desse método não é a mediana estatística, mas sim a mediana de um triângulo, ou ainda, um segmento de reta que une um vértice de um triângulo ao ponto médio do lado oposto [32].

CRITÉRIO DE WARD

Trata-se de um método baseado na mudança de variação entre e dentro dos conglomerados formados em cada passo do agrupamento. Cada indivíduo é considerado um único grupo, e, em cada passo do procedimento de agrupamento é calculada a soma de quadrados dentro de cada conglomerado. Esta soma é assim definida:

$$SS_i = \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)'(X_{ij} - \bar{X}_i) \quad (2.12)$$

em que n_i é o número de elementos no conglomerado C_i no passo k do agrupamento, X_{ij} o vetor de observações do j -ésimo elemento amostral do i -ésimo conglomerado, $\bar{X}_i$ o centróide do conglomerado C_i e SS_i a soma de quadrados correspondente ao conglomerado C_i . No passo k , a soma de quadrados SSR total dentro dos grupos é assim definida:

$$SSR = \sum_{i=1}^{g_k} SS_i \quad (2.13)$$

em que g_k é o número de grupos no passo k .

A dissimilaridade entre os grupos C_l e C_i , ou ainda, a soma de quadrados entre os grupos C_l e C_i pode, então, ser definida por:

$$d(C_l, C_i) = \left[\frac{n_l n_i}{n_l + n_i} \right] (X_l X_i)'(X_l X_i) \quad (2.14)$$

em cada passo do algoritmo, dois grupos que minimizam a distância são combinados. A medida de distância também pode ser entendida como a diferença entre os valores de SSR antes e após a aglutinação dos conglomerados, resultando em um menor valor de SSR [30].

2.3.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO COFENÉTICO (CCC)

É muito difícil saber qual dos Métodos Hierárquicos é mais adequado para usar no conjunto de dados, pois cada um gera um tipo de agrupamento diferente. É importante que sejam efetuadas medidas no grau de ajuste entre a matriz de distância entre as variáveis com a matriz resultante do processo de agrupamento.

Para a comparação e escolha do método de ligação mais adequado aos dados, utiliza-se o diagnóstico por meio do cálculo do coeficiente de correlação cofenético (CCC). De acordo com [38], o CCC mede o ajuste entre a matriz de dissimilaridade (matriz fenética) e a matriz resultante da simplificação proporcionada pelo método de agrupamento (matriz cofenética).

Assim, o CCC avalia a consistência do agrupamento por meio da obtenção do dendrograma, uma vez que, após a formação deste, pode ocorrer distorções entre o padrões de dissimilaridade dos indivíduos estudados, além de uma elevada simplificação das informações originais [23].

[38] criaram o Coeficiente de Correlação Cofenético (CCC) usando a ideia da correlação de Pearson. O CCC efetua medidas do grau de ajuste entre a Matriz Fenética (matriz de distancias) com a Matriz Cofenética (matriz obtida por meio do Dendrograma). Esse grau de ajuste é dado em porcentagem, e quanto maior for essa porcentagem, maior será a consistência dos dados. Vários autores recomendam que o CCC seja maior ou igual a 70%, caso isso não ocorra, o ideal é partir para outro Método Hierárquico. Além disso, valores próximos à unidade indicam melhor ajuste [19]. O CCC é calculado da seguinte forma:

$$r_{cof} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - \bar{c})(s_{ij} - \bar{s})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - \bar{c})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (s_{ij} - \bar{s})^2}} \quad (2.15)$$

em que c_{ij} é o valor de similaridade entre os indivíduos i e j , obtidos a partir da matriz cofenética; s_{ij} o valor de similaridade entre os indivíduos i e j , obtidos a partir da matriz de similaridade e

$$\bar{c} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n s_{ij} \quad (2.16)$$

Esse coeficiente, segundo [29], é equivalente à correlação de Pearson entre a matriz de similaridade original e a matriz decorrente da construção do dendrograma.

2.3.4 ESTATÍSTICA PSEUDO F

Trata-se uma forma não subjetiva de definir a quantidade de grupos considerados após a obtenção do dendrograma. Em cada passo do algoritmo de agrupamento, realiza-se um teste F para a análise de variância, comparando-se, os vetores de médias dos grupos que foram formados no respectivo passo. O objetivo é encontrar o maior valor de Pseud F, ou ainda, aquele relacionado com uma menor probabilidade de significância do teste, rejeitando a igualdade de vetores de médias populacionais com maior significância, resultando, desse modo, na partição com maior heterogeneidade entre grupos [10, 30].

O cálculo da estatística Pseudo-F é dado por:

$$Pseudo - F = \frac{\frac{BSS}{k-1}}{\frac{WSS}{N-k}} \quad (2.17)$$

em que N é o número de observações, k o número de clusters em um dado momento da aplicação do algoritmo, BSS a soma de quadrados entre os grupos e WSS a soma de quadrados dentro dos grupos.

2.3.5 MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

Nos métodos de Otimização os grupos serão formados pela adequação de algum critério de agrupamento. Um método bastante utilizado é o **Método de Otimização de Tocher**. Segundo esse método, o par de indivíduos mais similares é identificado a partir de uma matriz de distâncias. O grupo é iniciado por esse par de indivíduos, de forma que a inclusão de novos membros no grupo ocorre somente caso a distância média intragrupo seja menor que a distância média intergrupo [20, 34].

Com esse procedimento a entrada de um indivíduo em um grupo sempre aumenta o valor médio da distância dentro do grupo. A inclusão, ou não, do indivíduo k no grupo é, então, feita considerando:

- Se $\frac{d_{(ij)k}}{n} \leq \Theta$, inclui-se o indivíduo k no grupo (ij) ;
- Se $\frac{d_{(ij)k}}{n} \geq \Theta$, não se inclui o indivíduo k no grupo (ij) .

em que n é o número de indivíduos que constitui o grupo original e θ é o maior valor do conjunto de menores distâncias entre os indivíduos. Além disso, a distância entre o indivíduo k e o grupo formado pelos indivíduos ij é dada por $d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$.

O **Método de Tocher Modificado ou Sequencial**, proposto por [41], difere do original devido à adoção de um critério (θ) sequencial de inclusão de novos membros no agrupamento. A formação inicial dos grupos acontece do mesmo modo que no método original, mas a inclusão de um indivíduo no agrupamento é feita após a comparação entre o acréscimo no valor médio da distância dentro do grupo e um nível máximo (θ_1) da medida de distância encontrada no conjunto das menores distâncias envolvendo cada indivíduo. O próximo agrupamento ocorre de maneira similar, exceto pelo fato de que o valor máximo (θ_2) da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada indivíduo não considera as informações dos indivíduos agrupados nas etapas anteriores [35].

3. RESULTADOS

Inicialmente foram selecionados todos os países da América do Sul listados no Atlas de Saúde Mental de 2017, disponibilizado pela OMS [9]: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname e Uruguai. Foram consideradas também as taxas de suicídio mais recentes por sexo, disponibilizadas no Observatório de Saúde Global da OMS[2]. Dos referidos relatórios foram extraídas as variáveis apresentadas na Tabela 3.1.

A análise da Tabela 3.3 mostra que a taxa de hospitais especializados (HOSP) e o indicador DALY apresentaram, respectivamente, a menor e a maior média das variáveis associadas à gestão da saúde mental. A diferença entre essas médias é muito representativa, pois indica que os países analisados demonstram um número ínfimo de centros especializados em saúde mental, enquanto a população sofre com uma alta carga de anos de vida saudáveis perdidos em decorrência de suicídios consumados ou tentativas suicídio. Essa análise pode ser reforçada pelo erro-padrão, coeficiente de variação (CV) e mediana associados a essas mesmas variáveis, indicando que a média da taxa de hospitais especializados pode ser ainda mais baixa que a observada, enquanto o DALY médio demonstra a mais baixa variação.

A mediana da taxa de suicídio de pessoas do sexo masculino (TSM) indica que, em 50% dos países sul-americanos avaliados, ocorrem pelo menos 15 casos de suicídio entre pessoas do sexo masculino a cada 100.000 habitantes, valor notadamente superior ao mesmo indicador para a taxa de suicídios entre pessoas do sexo feminino (TSF), que indica uma ocorrência relativa inferior a 3,8 casos de suicídio entre pessoas do sexo feminino em 50% dos casos. Os valores máximo e mínimo desses indicadores reforçam a discrepância entre as taxas de suicídio de acordo com o sexo. O CV para esses atributos sugere uma incidência altamente variada de óbitos nos países para ambos os casos.

Pode-se dizer que, em geral, houve uma alta variação para quase todas as variáveis analisadas, conforme o CV apresentado na Tabela 3.3. É possível perceber a discrepância quanto à disponibilidade de leitos (TL) e hospitais especializados (HOSP), bem como para a idade do plano de saúde mental adotado pelos países (IP). Essa variação de certa forma é esperada, por se tratarem de países com características muito diferentes entre si.

Tabela 3.1: Variáveis extraídas dos relatórios de Saúde Mental da OMS.

Rótulo	Original	Descrição
POP	Total population (UN official estimate).	Expectativa populacional do país de acordo com revisão das Nações Unidas em 2015. [8]
DALY	Disability-adjusted life years (per 100,000 population).	Leva em consideração a quantidade em anos de vida perdidos (YLL - Years of Life Lost) devido a suicídios consumados e a quantidade em anos de vida vividos com alguma sequela (YLD - Years of Life Disability) devido a tentativas de suicídio.[39]
TSM	Country, Crude suicide rates (per 100.000 population), 2016, Male.	Estimativa da taxa de suicídio por 100.000 habitantes no país em pessoas do sexo masculino, de acordo com Observatório de Saúde Mental da OMS de 2016.
TSF	Country, Crude suicide rates (per 100.000 population), 2016, Female.	Estimativa da taxa de suicídio por 100.000 habitantes no país em pessoas do sexo feminino, de acordo com Observatório de Saúde Mental da OMS de 2016.
IP	Year of stand-alone policy or plan for mental health.	Idade do plano ou política de saúde mental adotado pelo país, com base em 2017. Caso o país tenha adotado a política em um ano igual ou superior a 2017, ou ainda, se o país não apresentou nenhum plano ou política, essa variável recebeu o valor zero.
PSM	Total mental health workers per 100.000 population.	Taxa de trabalhadores da saúde mental do país por 100.000 habitantes.
HOSP	Total mental hospitals per 100.000 population	Taxa de hospitais especializados em saúde mental por 100.000 habitantes do país.
TL	Mental hospital beds per 100.000 population	Taxa por 100.000 habitantes de leitos em hospitais especializados em saúde mental no país.
PROG	Existence of at least two functioning programmes.	Variável dummy indicadora da existência de pelo menos dois programas em funcionamento para a promoção e prevenção da saúde mental. Exemplos: Elos - Construindo Coletivos (Brasil) e Intervenciones Breves en Alcohol (Chile).
STRAT	Existence of a suicide prevention strategy [i.e. as a standalone document or as an integrated element of the national policy/plan adopted by government]	Variável dummy indicadora da existência de estratégias de prevenção ao suicídio no país.

Tabela 3.3: Análise descritiva das variáveis quantitativas.

Variável	Média	Erro-padrão	Mediana	CV (%)	MIN	MAX
POP	35.000.853,45	17.809.155,11	16.144.368	168,75	553.208	205.962.108
DALY	3.297,94	62,17	3.249,69	6,25	2.947,67	3.592,74
TSM	19,02	3,73	15	65,06	7,60	46,60
TSF	6,06	1,16	3,80	63,48	2,70	14,20
IP	6,09	1,81	5	98,63	0	18
PSM	61,98	33,49	8,93	179,20	0	317,45
HOSP	0,25	0,18	0,03	238,85	0	1,99
TL	11,31	4,80	3,20	140,60	0	41,82

Para facilitar a visualização gráfica e discussão dos resultados foi incluído nesse trabalho uma referência geográfica dos países membros da América do Sul, conforme Figura 3.1.

**Figura 3.1:** América do Sul

Fonte: [6]

Em termos de países mais populosos pode-se destacar o Brasil, seguido por Colômbia, Argentina e Peru, conforme Figura 3.2. Os demais países apresentam as menores populações. Várias das variáveis selecionadas nesse estudo foram ponderadas com base na população do país. Convém destacar esse aspecto pois, quanto maior a população, maiores os desafios e complexidade da gestão pública da saúde mental.

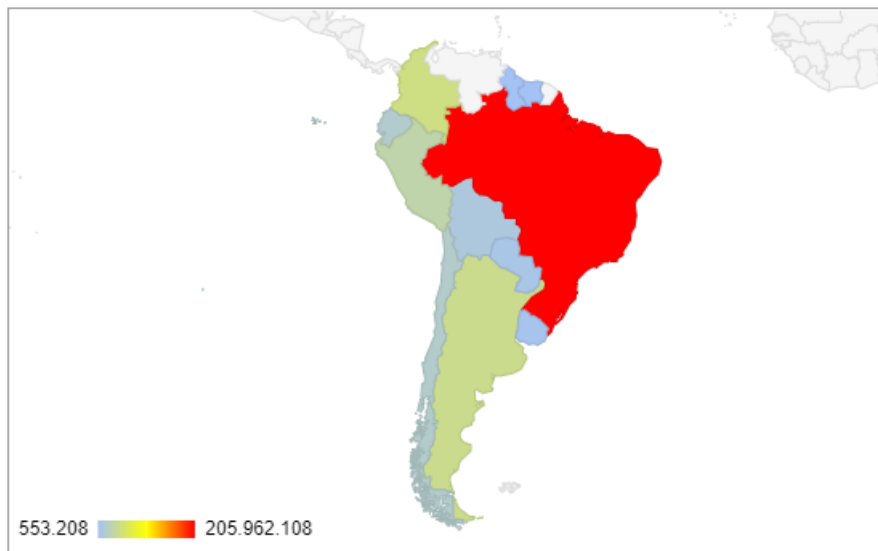


Figura 3.2: População dos países da América do Sul.

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao indicador DALY tem-se Brasil, Guiana e Colômbia como os países com maiores valores de DALY por suicídios consumados ou tentativas de suicídio. Argentina, Peru, Suriname, Paraguai e Uruguai podem ser considerados como intermediários, enquanto que Chile, Equador e Bolívia apresentaram as menores cargas DALY por 100.000 habitantes. Levando em consideração essa variável, percebe-se que Bolívia e Brasil, respectivamente, destacam-se por apresentarem a menor e a maior carga em relação aos demais países (ver Figura 3.3).

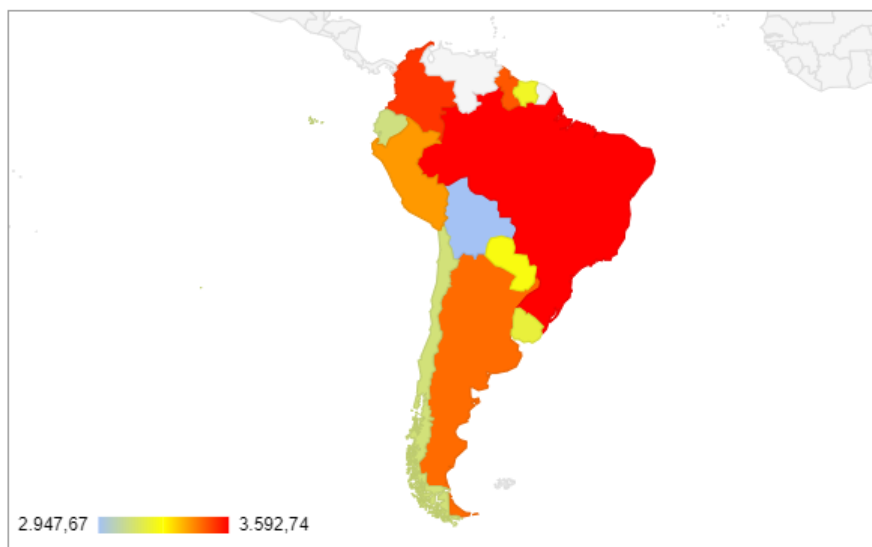


Figura 3.3: DALY por 100.000 habitantes nos países da América do Sul.

Fonte: Autoria própria.

Como pode ser observado na Figura 3.4, Brasil, Peru, Equador e Colômbia apresentaram as menores taxas observadas de suicídio. Bolívia e Uruguai demonstram taxas intermediárias, enquanto Guiana e Suriname apresentaram as maiores e discrepantes taxas de suicídio para ambos os sexos. Argentina e Chile, embora estejam entre os países com menores TSF, apresentaram ocorrências intermediárias de TSM. Pode-se dizer que o Paraguai apresentou taxas observadas mais baixas em relação aos demais países para TSM e taxas intermediárias para TSF.

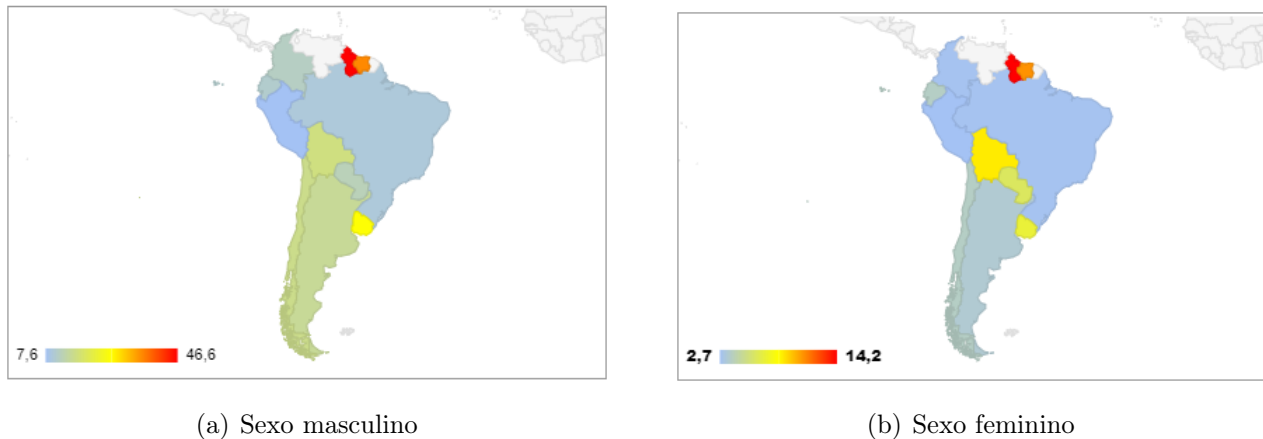


Figura 3.4: Taxa de suicídio a cada 100.000 habitantes por sexo em países da América do Sul. Fonte: Autoria própria.

Quanto ao IP, verificou-se que Colômbia e Chile apresentaram políticas implementadas a mais tempo, enquanto Argentina, Paraguai, Equador e Guiana demonstraram estratégias mais recentes ou ainda não demonstraram alguma estratégia, segundo o relatório da OMS. Quanto aos demais países pode-se dizer que demonstram tempo de IP intermediário. Os levantamentos podem ser verificados na Figura 3.5.

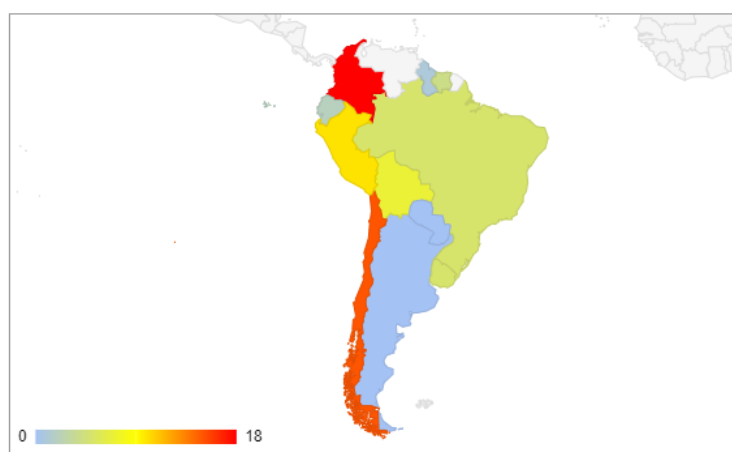


Figura 3.5: Idade (anos) do plano ou política de saúde mental adotado pelos países da América do Sul.

Fonte: Autoria própria.

Quanto à PSM, conforme figura 3.6, ficou demonstrado que Brasil e Argentina apresentaram as maiores densidades de profissionais, enquanto que os demais países ficaram agrupados com

as menores taxas de profissionais especializados. Cabe ressaltar ainda que Suriname e Peru, embora sejam notadamente diferentes em termos de número de habitantes, demonstram taxas de PSM próximas.

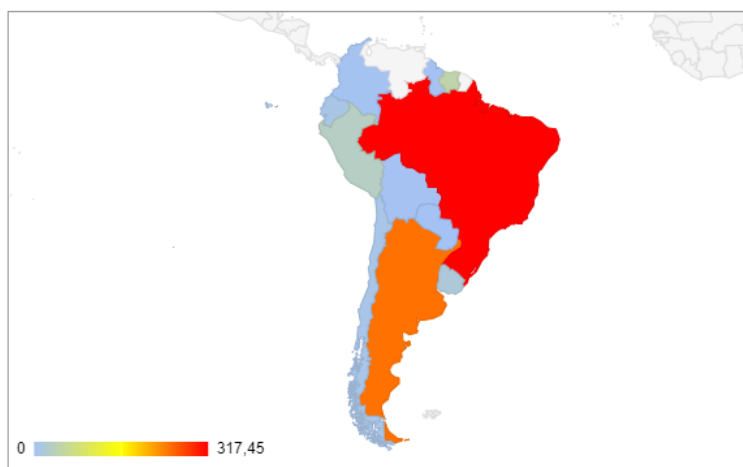


Figura 3.6: Taxa de trabalhadores da Saúde Mental por 100.000 habitantes em países da América do Sul.

Fonte: Autoria própria.

A análise da distribuição de TL (Figura 3.7) mostra que os países da região com maior disponibilidade de leitos para a população são Argentina e Uruguai, seguidos por Guiana e Brasil (ambos isolados dos demais) com uma disponibilidade intermediária. Os demais países levantados apresentaram as menores taxas ou não apresentaram esse dado no Atlas de saúde mental da OMS. É curioso o fato de que Argentina e Uruguai, embora sejam muito diferentes em termos de população, demonstram valores semelhantes de TL.

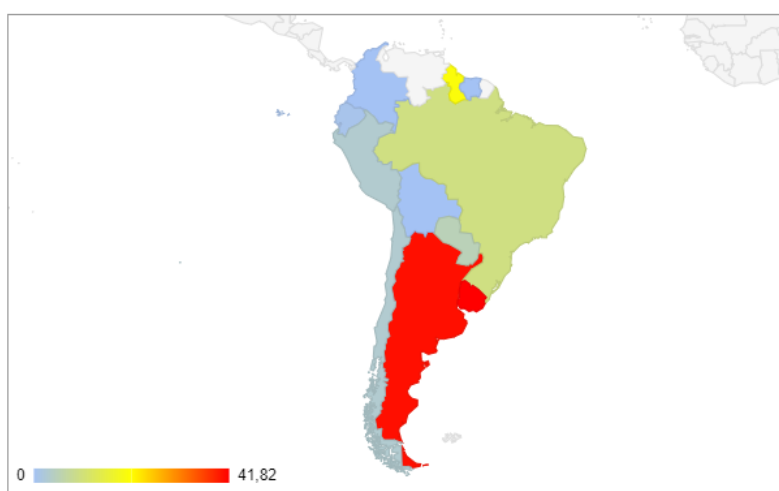


Figura 3.7: Taxa por 100.000 habitantes de leitos em hospitais especializados em saúde mental nos países da América do Sul.

Fonte: Autoria própria.

Quanto à distribuição de hospitais especializados em saúde mental na América do Sul verificou-se que somente a Colômbia demonstrou mais de um centro especializado para cada

100.000 habitantes. Uruguai, embora destaque-se dos demais apresentou, segundo o relatório, uma ocorrência de 0,321 hospitais para cada 100.000 habitantes (1 hospital para mais de 300.000 pessoas). O restante dos países podem ser agrupados como os países com menor disponibilidade de centros especializados para a sua população (ver Figura 3.8).

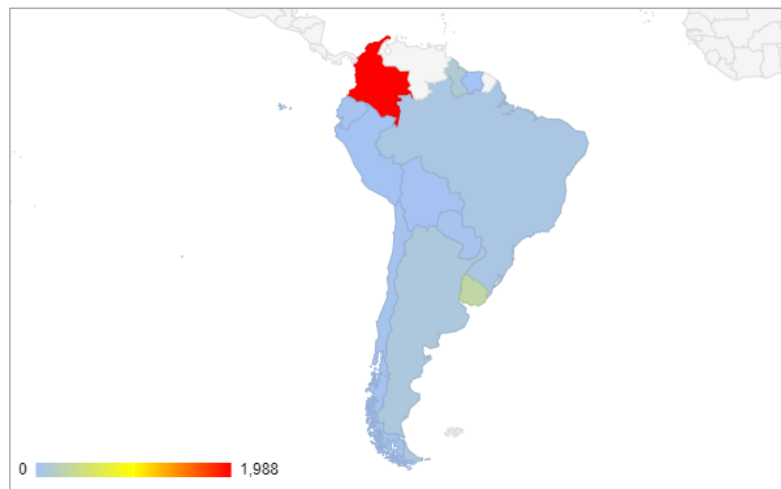
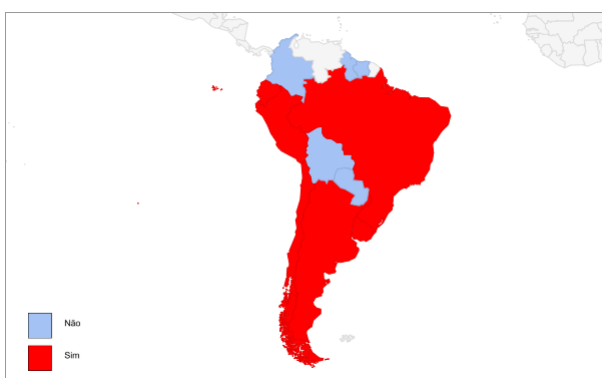


Figura 3.8: Taxa por 100.000 habitantes de hospitais especializados em saúde mental nos países da América do Sul.

Fonte: Autoria própria.

Em relação às variáveis indicadoras de programas e estratégias para a promoção e prevenção da saúde mental verificou-se que, de acordo com a Figura 3.9, Argentina, Chile, Equador e Uruguai foram positivas para a existência de pelo menos dois programas em funcionamento (PROG), bem como para a adoção de estratégias de prevenção ao suicídio (STRAT); Brasil e Peru demonstram aderência somente para PROG; Guiana e Suriname apresentaram aderência somente para STRAT; enquanto Bolívia, Colômbia e Paraguai não demonstraram aderência tanto para PROG quanto para STRAT no atlas de saúde mental da OMS.



(a) Pelo menos dois programas em funcionamento para a promoção da saúde mental.



(b) Estratégias de prevenção ao suicídio.

Figura 3.9: Variáveis relacionadas à promoção da saúde mental.

Fonte: Autoria própria.

Para o cálculo da distância entre os indivíduos foi considerada a distância euclidiana padro-

nizada, descrita na seção 2.3.1. A escolha dessa medida de dissimilaridade se deve ao fato da diferença de escala entre as variáveis, conforme pode ser verificado na Tabela 3.3.

Para realizar a análise de agrupamento foram selecionadas IP, PSM, HOSP, TL, PROG e STRAT, uma vez que tratam-se de variáveis relacionadas à gestão da saúde mental dos países avaliados. A escolha do método de ligação se deu através do indicador CCC (ver Seção 2.3.3) referente aos métodos de ligação completa, média, mediana e Ward (Seção 2.3.2). Os valores do indicador CCC associado a cada método de ligação pode ser visualizado na Tabela 3.4. Conforme os valores apresentados, é possível verificar que o método com melhor ajuste foi o UPGMA, com $CCC = 0,9510$.

Tabela 3.4: CCC relacionado a cada método de ligação considerado.

Método de Ligação	CCC
Completa	0,9433
UPGMA	0,9510
Mediana	0,9130
Ward	0,9354

O agrupamento final, conforme pode ser verificado na Figura 3.10, considerando o critério Psedo-F para o ponto de corte do dendrogarama apontou para a formação de 3 grupos. O primeiro grupo é composto por Brasil, Argentina e Uruguai. O segundo grupo é formado por Equador, Suriname, Guiana, Paraguai, Chile, Bolívia e Peru. A Colômbia não se assimila a nenhum dos países estudados, considerando as variáveis selecionadas, formando, dessa forma, um grupo unitário. Uma possível explicação para o fato da Colômbia não se agrupar aos demais indivíduos pode ser o fato da ocorrência de taxas nulas para os atributos TL, PROG e STRAT.

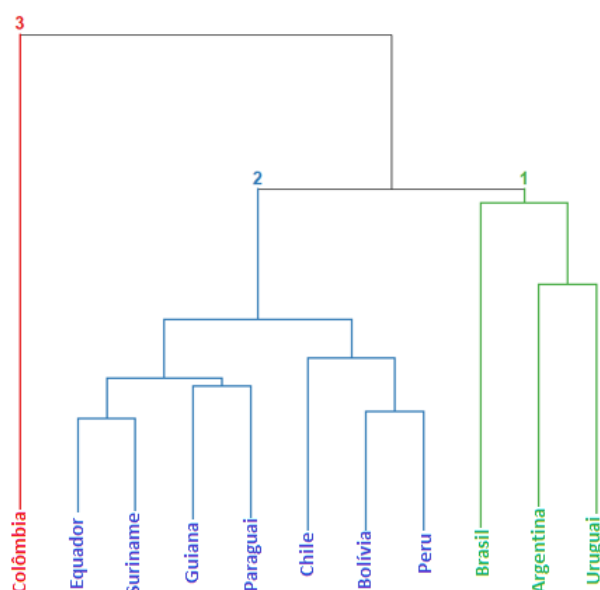


Figura 3.10: Agrupamento dos países avaliados com base no método de ligação média ou UPGMA.

Fonte: Autoria própria.

A fim de caracterizar os grupos identificados, calculou-se a média das variáveis quantitativas e frequência relativa das variáveis *dummies* utilizadas na clusterização, dentro de cada grupo formado. O resultado, que pode ser verificado na Tabela 3.5, sugere que o grupo 1 é composto por países com maior carga de PSM e TL; valores intermediários para IP e HOSP e maior frequência relativa para PROG e STRAT. Já o grupo 2 é composto por países com maior IP médio; cargas intermediárias de PSM e TL; menor ocorrência de HOSP e frequências relativas intermediárias para PROG e STRAT. A Colômbia não se agrupou aos demais países e demonstrou os maiores valores de IP e HOSP com menor taxa de PSM; em relação a TL, PROG e STRAT não foram verificadas as ocorrências no relatório da OMS.

Tabela 3.5: Resumo das variáveis relativas à gestão da saúde mental dentro dos grupos.

Grupo	IP	PSM	HOSP	TL	PROG (%)	STRAT (%)
1	3,33	193,87	0,16	30,73	100	66,67
2	5,57	14,05	0,03	4,61	42,86	57,14
3	18	1,84	1,99	0	0	0

Na Tabela 3.6 constam os valores médios das variáveis diretamente associadas à ocorrência de suicídios dentro dos grupos formados. É possível verificar que o primeiro grupo demonstra valores intermediários de DALY, TSM e TSF. O grupo majoritário apresentou menor carga de DALY relativo, com maiores médias de TSM e TSF. A Colômbia, apesar de apresentar maior carga DALY em relação aos demais grupos, forneceu menores ocorrências de TSM e TSF.

Tabela 3.6: Média das variáveis relativas ao suicídio dentro dos grupos.

Grupo	DALY	TSM	TSF
1	3.413,90	17,17	4,47
2	3.215,74	20,89	7,21
3	3.525,47	11,50	2,80

A Colômbia, por não se agrupar a nenhum dos países avaliados, dá indícios de ser um outlier quanto à gestão da saúde mental. Esse país apresentou um comportamento atípico, com a política de saúde mental mais antiga, maior disponibilidade de hospitais especializados, menor taxa de profissionais e a mais baixa ocorrência relativa de suicídio em ambos os sexos.

O agrupamento dos países com base nas variáveis referentes à gestão da saúde mental, juntamente com a análise da ocorrência de suicídio, sugere ainda que Brasil, Argentina e Uruguai formam um bloco de países com planos de saúde mental adotados mais recentemente, com as maiores taxas de profissionais, leitos, hospitais especializados e adoção de planos e estratégias para promoção da saúde mental e prevenção ao suicídio. As medidas adotadas por esses países parecem refletir na menor ocorrência média de suicídios em homens e mulheres, apesar da maior carga média de DALY para o suicídio se comparado ao grupo formado pelos países majoritários.

Equador, Suriname, Guiana, Paraguai, Chile, Bolívia e Peru compõem um único grupo de países com maior idade média de política de saúde mental e menores taxas de profissionais,

hospitais e leitos especializados e também uma menor frequência relativa de programas e estratégias. A menor incidência dessas variáveis parece refletir na maior ocorrência média de suicídio em homens e mulheres nesses países, apesar da menor média para o DALY nesse grupo.

Os demais métodos de ligação avaliados, além de apresentarem menor CCC, indicando uma menor consistência de ajuste do dendrograma, forneceram maior número ótimo de clusters, segundo o critério Pseudo-F, com indicativo de 5 grupos para os métodos de ligação mediana, completa e Ward.

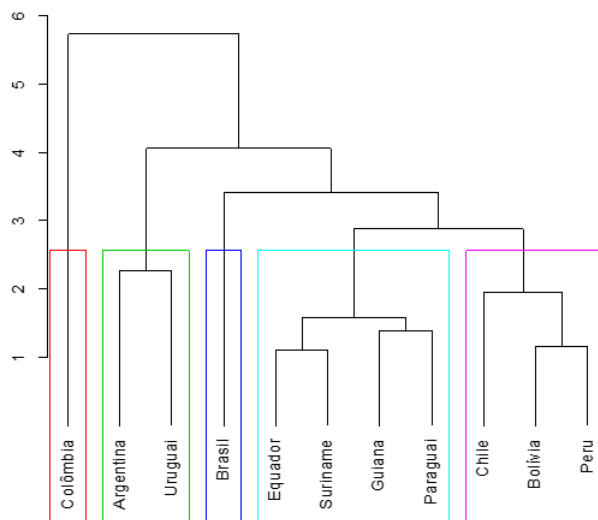


Figura 3.11: Agrupamento dos países avaliados com base no método de ligação completa.
Fonte: Autoria própria.

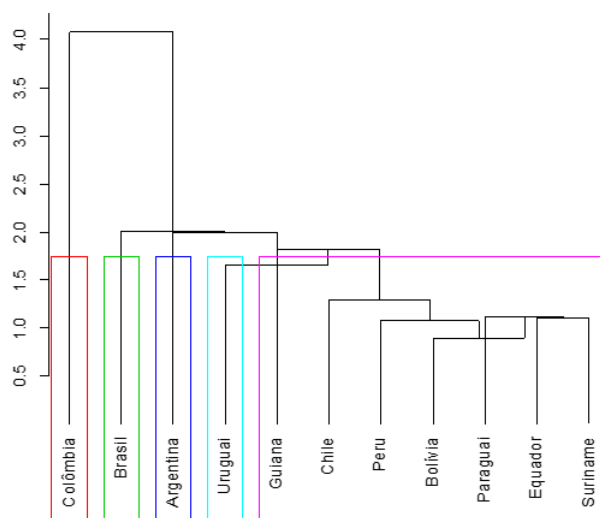


Figura 3.12: Agrupamento dos países avaliados com base no método de ligação mediana.
Fonte: Autoria própria.

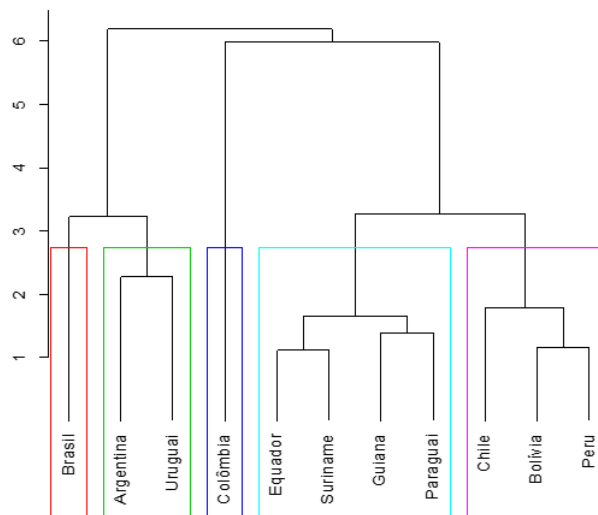


Figura 3.13: Agrupamento dos países avaliados com base no critério de Ward.

Fonte: Autoria própria.

Em relação aos agrupamentos realizados através dos métodos de ligação completa, mediana e critério de Ward cabe destacar que a Colômbia permanece sem se agrupar a nenhum país. O Brasil, apesar de não se agrupar a Argentina e Uruguai em nenhum desses métodos, não demonstrou similaridade com nenhum dos demais países. Argentina e Uruguai aparecem juntos ou formam grupos individuais. Os demais países, que formaram um único grupo pelo método de ligação média, demonstram o mesmo agrupamento, segundo o método de ligação mediana e se subdividiram em subgrupos definidos por Equador, Suriname, Guiana e Paraguai em um subgrupo e Chile, Bolívia e Peru como segundo subgrupo. Apesar das diferenças observadas no agrupamento, pode-se considerar que os clusters formados por esses métodos de ligação não demonstrou diferenças expressivas em relação ao método da ligação média considerado para perfilar os países da América do Sul em relação à política de saúde mental pública praticada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo forneceu indícios de que a forma como os países sul-americanos realizam a gestão da saúde mental relaciona-se com as ocorrências de suicídio na população. Essa gestão é reflexo direto da atenção que as pessoas recebem nesses países quando procuram ajuda por conta de abalos psíquicos. A disponibilidade de hospitais, leitos, profissionais, programas e estratégias de prevenção ao suicídio parece estar associada a uma ocorrência inferior de suicídios em países com maior atuação sobre esses aspectos. Houveram evidências de que a oferta de serviços de pronto atendimento especializado e programas de prevenção ao suicídio e promoção da saúde mental fazem a diferença entre buscar ajuda e ceder ao suicídio em crises enfrentadas pelo indivíduo.

Diversos estudos cabem ainda serem realizados a fim de explicar a relação entre a assistência realizada pelo sistema público e o fenômeno do suicídio em diversas populações. Técnicas não hierárquicas podem ser utilizadas a fim de clusterizar os países quanto à política de saúde mental pública. Diferentes seleções de atributos e países podem fornecer explicações não contempladas nesse estudo. Características associadas à qualidade de vida, cultura, fatores sócio-econômicos, violência, prevalência de doenças, escolaridade ou clima, por exemplo, não foram avaliados no presente trabalho e podem fornecer importantes evidências de como atuar de forma preventiva sobre o suicídio, oferecendo recursos e uma vida saudável para a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Beautiful dendrogram visualizations in R: 5+ must known methods - Unsupervised Machine Learning*. <http://www.sthda.com/english/wiki/beautiful-dendrogram-visualizations-in-r-5-must-known-methods-unsupervised-machine-learning>. Acesso em: 16/12/2019.
- [2] *Global Health Observatory data repository*. <https://apps.who.int/gho/data/view.main.GSWCAH22v>. Acesso em: 16/10/2019.
- [3] *Google Docs*. <https://www.google.com/intl/pt-BR/sheets/about/>. Acesso em: 31/10/2019.
- [4] *Introdução a clusterização e os diferentes métodos*. <https://portaldatascience.com/introducao-a-clusterizacao-e-os-diferentes-metodos/>. Acesso em: 16/12/2019.
- [5] *O QUE É ANÁLISE DE CLUSTER?* <https://operdata.com.br/blog/analise-de-cluster/>. Acesso em: 16/12/2019.
- [6] *Online Cursos Gratuitos*. <https://onlinecursosgratuitos.com/10-mapas-da-america-do-sul-para-colorir-e-imprimir/>. Acesso em: 13/11/2019.
- [7] *OPAS Brasil*. https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5652:folha-informativa-transtornos-mentais&Itemid=839. Acesso em: 26/05/2019.
- [8] *The World Population Prospects: 2015 Revision*. <https://www.un.org/en/development/desa/publications/world-population-prospects-2015-revision.html>. Acesso em: 16/10/2019.
- [9] *World Health Organization*. https://www.who.int/gho/mental_health/en/. Acesso em: 26/05/2019.
- [10] ALBUQUERQUE, M.: *Análise de Agrupamento Hierárquica e Incremental—Estudo de Caso em Ciências Florestais*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
- [11] Almasi, K., Belso, N., Kapur, N., Webb, R., Cooper, J., Hadley, S., Kerfoot, M., Dunn, G., Sotonyi, P., Rihmer, Z. *et al.*: *Risk factors for suicide in Hungary: a case-control study*. BMC psychiatry, 9(1):45, 2009.

- [12] Amaral Júnior, A. e Thiébaud, J.: *Análise multivariada na avaliação da diversidade em recursos genéticos vegetais*. Campos dos Goytacazes-Universidade Estadual do Norte Fluminense-UENF, CCTA, 1999.
- [13] Anderberg, M. R.: *Cluster analysis for applications*. 1973. DTIC Document, 1988.
- [14] Andrade, F. J.: *A prevenção do suicídio como questão latente: o papel da oms na formulação de agendas de políticas públicas*. 2016.
- [15] Aragonez, C. F. e Keller, M.: *Flexibilidade na resolução de problemas em tentadores de suicídio*. Salão de iniciação Científica (16.: 2004: Porto Alegre, RS). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2004., 2004.
- [16] Barroso, L. P. e Artes, R.: *Análise multivariada*. Lavras: Ufla, p. 151, 2003.
- [17] Bussab, W., Miazaki, É. e Andrade, D.: *Introdução à análise de agrupamentos: In: Simpósio Brasileiro de Probabilidade e Estatística, 9., 1990, São Paulo*. Resumos... São Paulo, 1990.
- [18] Campos, M. R., Doellinger, V. d. R. v., Mendes, L. V. P., Costa, M. d. F. d. S., Pimentel, T. G., Schramm, J. M. d. A. et al.: *Diferenciais de morbimortalidade por causas externas: resultados do estudo Carga Global de Doenças no Brasil, 2008*. 2015.
- [19] Cruz, C., Regazzi, A. e Carneiro, P.: *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético (volume 1*. Viçosa, Editora UFV, 2004.
- [20] Cruz, C. D., Ferreira, F. M. e Pessoni, L. A.: *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 620, 2011.
- [21] Delgado, P. G.: *Limites para a inovação e pesquisa na reforma psiquiátrica*. Physis: Revista de Saúde Coletiva, 25(1):13–18, 2015.
- [22] Equipe Estatcamp: *Software Action*. Estatcamp - Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil, 2014. <http://www.portalaction.com.br/>.
- [23] Everitt, B., Landau, S. e Leese, M.: *Cluster analysis*. 1993. Edward Arnold and Halsted Press,, 1993.
- [24] Frei, F.: *Introdução à análise de agrupamentos*. Unesp, 2006.
- [25] Guerreiro, L. e Breve, F. A.: *Analysis of the influence of distance metrics on the semi-supervised algorithm of particle competition and cooperation*. Em *Proceedings-XI Workshop de Visao Computacional WVC*, pp. 77–82, 2015.
- [26] Hammer, Ø., Harper, D. A., Ryan, P. D. et al.: *PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis*. Palaeontologia electronica, 4(1):9, 2001.

- [27] Linden, R.: *Técnicas de agrupamento*. Revista de Sistemas de Informação da FSMA, 4(4):18–36, 2009.
- [28] Meleiro, A. M. A. d. S.: *Suicídio entre médicos e estudantes de medicina*. Revista da Associação Médica Brasileira, 44(2):135–140, 1998.
- [29] Meyer, A. d. S.: *Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2002.
- [30] Mingoti, S. A.: *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG, 2005.
- [31] Moreira, N. A. C. e Gonçalves, R. A.: *Perturbação mental e ideação suicida entre reclusos preventivos*. Análise Psicológica, 28(1):133–148, 2010.
- [32] Quintal, G. M. d. C. C.: *Análise de clusters aplicada ao Sucesso/Insucesso em Matemática*. Tese de Doutorado, Universidade da Madeira, 2006.
- [33] R Core Team: *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. <https://www.R-project.org/>.
- [34] Rao, C. R.: *Advanced statistical methods in biometric research*. 1952.
- [35] Silva, A.: *Métodos de agrupamento: avaliação e aplicação ao estudo de divergência genética em acessos de alho*. Tese de Doutorado, Master's thesis. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- [36] Silva, S. L. da e Kohlrausch, E. R.: *Atendimento pré-hospitalar ao indivíduo com comportamento suicida: uma revisão integrativa*. SMAD, Revista Electrónica en Salud Mental, Alcohol y Drogas, 12(2):108–115, 2016.
- [37] Silva Costa, M. da, Crisóstomo, D. G., Fernandes, J. G., Gambarini, J. V., Jorge, M. G. F., Lírio, F. S. F., Louzada, M. P., Macedo, W. R. de, Rodrigues, V. P. C. e Cabral, H. G.: *MORTE POR SUICÍDIO: AS POLÍTICAS PÚBLICAS, A SOCIEDADE E SEU PROTAGONISMO*. Revista Dimensão Acadêmica, 3(1), 2018.
- [38] Sokal, R. R. e Rohlf, F. J.: *The comparison of dendrograms by objective methods*. Taxon, pp. 33–40, 1962.
- [39] Stockton, D., Grant, I., Mesalles-Naranjo, O., Wyper, G., Tod, E., Dobbie, R., Craig, N., Fischbacher, C. e McCartney, G.: *Scottish Burden of Disease Study 2015 - Overview Report*. jul. 2017.
- [40] Van Steen, C., Pahlavan, P., Wevers, M. e Verstrynge, E.: *Localisation and characterisation of corrosion damage in reinforced concrete by means of acoustic emission and X-ray computed tomography*. Construction and Building Materials, 197:21–29, nov. 2018.

- [41] Vasconcelos, E. S. de, Cruz, C. D., Bhering, L. L. e Júnior, M. F. R. R.: *Método alternativo para análise de agrupamento*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42(10):1421–1428, 2007.
- [42] Vasconcelos-Raposo, J., Soares, A. R., Silva, F., Fernandes, M. G. e Teixeira, C. M.: *Níveis de ideação suicida em jovens adultos*. Estudos de psicologia, 33(2):345–354, 2016.
- [43] Vicini, L. e SOUZA, A. M.: *Análise multivariada da teoria à prática*. Santa Maria: UFSM, CCNE, p. 32, 2005.