



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Estatística

Dissertação de Mestrado

**Pesquisas Amostrais em Tempo da Pandemia do  
COVID-19: Uma comparação entre pesquisas por  
Telefone e *E-mail***

por

**Marina Barros de Oliveira**

Brasília, 04 de Abril de 2022

# **Pesquisas Amostrais em Tempo da Pandemia do COVID-19: Uma comparação entre pesquisas por Telefone e *E-mail***

por

**Marina Barros de Oliveira**

Dissertação apresentada ao Departamento de Estatística da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estatística.

Orientador: Prof. Dr. Alan Ricardo da Silva

Brasília, 04 de Abril de 2022

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estatística do Departamento de Estatística da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Estatística.

Texto aprovado por:

Prof. Dr. Alan Ricardo da Silva  
Orientador, EST/UnB

Prof. Dr. Raul Yukihiro Matsushita  
EST/UnB

Profa. Dr. Denise Britz do Nascimento Silva  
ENCE/IBGE

*O sábio não é o homem que fornece as verdadeiras respostas; é o que formula as verdadeiras perguntas.*

(Claude Lévi-Strauss)

Para todos os cientistas que permitiram que a minha vó se vacinasse.

# Agradecimentos

Esta dissertação foi escrita durante os dois anos mais atípicos da minha vida. Entrar no mestrado durante uma pandemia e terminar o mestrado ainda nessa mesma pandemia foi um pouco assustador, mas eu só tenho que agradecer por poder estar aqui compartilhando esse momento com vocês.

Como sempre, sou grata aos meus pais, que além de priorizarem e incentivarem meus estudos, sempre me apoiaram com muito amor e carinho. E à minha família, em especial minha vó que é a pessoa mais querida do Universo.

Também agradeço ao professor Alan por toda a paciência e sabedoria durante a orientação. Ele foi fundamental para o desenvolvimento dessa dissertação e para o meu crescimento profissional.

Meus agradecimentos aos meus amigos maravilhosos da estatística, que além de me apoiarem, sempre sofreram junto comigo. Apesar do sofrimento, sempre tivemos dias com muitas risadas para equilibrar. Infelizmente, a pandemia atrapalhou até nisso, mas não impediu as nossas boas risadas a distância, fazendo com que essa fase tão complicada se tornasse um pouco

mais leve.

Obrigada Flávia e Giovanna, as mensagens de vocês eram estimulantes e foram essenciais para chegarmos até aqui. Rodrigo, você sabe mais do que ninguém o quanto eu sou grata por todo o amor, suporte e motivação. Não importa se é de madrugada ou de manhãzinha (só um pouco), você sempre esteve aqui por mim e nunca me deixou desistir. Todo o nosso esforço valeu a pena, né, pessoal? Conseguimos!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

# Resumo

Devido ao cenário da pandemia do COVID-19, que impossibilitou a realização de pesquisas presenciais, métodos alternativos de coleta de dados passaram a ser mais utilizados. Dentre os possíveis métodos, tem-se as pesquisas realizadas por telefone e por *e-mail*. A literatura existente sobre as metodologias utilizadas nessas formas de coleta tem contribuído para o crescimento da realização de pesquisas de amostragem por telefone. No Brasil, essas formas de coleta têm sido alternativas muito utilizadas por profissionais do *marketing* e, mais recentemente, pelos institutos de pesquisa. O surgimento da pandemia intensificou a necessidade de se analisar a metodologia das pesquisas por telefone e, por isso, o trabalho visa discutir suas vantagens e desvantagens, e, ainda, comparar com a pesquisa por *e-mail*. Para isso, realizou-se um estudo de caso com os estudantes de pós-graduação da Universidade de Brasília com o objetivo de verificar o efeito de diferentes métodos de ponderação e avaliar se a pesquisa por telefone consegue capturar o parâmetro de interesse (idade média e proporção de estudantes do sexo masculino) por meio de estimativas intervalares. Com esse intuito, uma amostra de 192 estudantes, foi selecionada para ambas as pesquisas. Como resultados, a taxa de resposta da pesquisa por telefone (54%) foi superior que a por *e-mail* (41%) e verificou-se pelo teste de McNemar que há diferença entre as pesquisas. Concluiu-se que dentre os métodos de ponderação utilizados, o *raking* foi o mais importante para a calibração uma vez que o ajuste permitiu que os parâmetros fossem capturados pelo intervalo de confiança.

**Palavras-chave:** COVID-19; Amostra Estratificada; Pesquisas telefônicas e por *E-mail*; *Raking*; Ponderação.

# Abstract

Due to the pandemic scenario of COVID-19, which made face-to-face surveys impossible, alternative methods of data collection came into greater use. Among several methods for that are the telephone and e-mail surveys. The literature on these methodologies of data collection has contributed to the growth of telephone sampling surveys. In Brazil, these ways of data collection have been widely used alternatives by marketing professionals, and more recently by research institutes. The emergence of the pandemic has intensified the need to analyze the methodology of telephone surveys and, thus, this paper aims to discuss their advantages and disadvantages, and also to compare them with the e-mail surveys. To this end, a case study was conducted with graduate students at the University of Brasilia in order to verify the effect of different weighting methods and assess whether or not the telephone survey can capture the parameter of interest (average age and proportion of male) through confidence interval. To this end, a sample of 192 students was selected for both surveys. It was observed that the response rate of the telephone survey (54%) was higher than the e-mail survey (41%) and it was verified by McNemar's test that there is a difference between the number of respondents of the surveys. Therefore, the conclusion was that among the weighting methods used, the raking was the most important for calibration since the adjustment allowed the parameters were captured by the confidence interval.

**Key words:** COVID-19; Stratified Sampling; Telephone and E-mail Sampling Surveys; Raking; Weighting.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Pesquisas Amostrais</b>	<b>6</b>
2.1	Introdução . . . . .	6
2.1.1	Erro Total da Pesquisa . . . . .	8
2.2	Amostragem Complexa . . . . .	12
2.2.1	Linearização por Série de Taylor - TSL . . . . .	13
2.2.2	<i>Balanced Repeated Replication</i> - BRR . . . . .	14
2.2.3	<i>Jackknife Repeated Replication</i> - JRR . . . . .	16
2.2.4	<i>Bootstrap</i> . . . . .	18
2.3	Peso amostral . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Técnicas de coleta</b>	<b>22</b>
3.1	Introdução . . . . .	22
3.2	Pesquisas por telefone . . . . .	23
3.2.1	Plano de Numeração Brasileiro . . . . .	23
3.2.2	Listagem de números . . . . .	24
3.2.3	Técnica RDD . . . . .	25
3.2.4	Estimação e peso amostral . . . . .	26
3.2.5	Viés de não resposta . . . . .	29

3.3	Pesquisas por <i>e-mail</i> . . . . .	32
3.3.1	Erros de não observação . . . . .	33
3.4	Formas de ponderação . . . . .	36
3.4.1	Pós-estratificação . . . . .	38
3.4.2	Método <i>Raking</i> . . . . .	39
3.4.3	Efeito da ponderação . . . . .	42
3.5	Comparação entre as pesquisas por telefone e por <i>e-mail</i> . . . . .	43
<b>4</b>	<b>Materiais e Métodos</b>	<b>46</b>
4.1	Introdução . . . . .	46
4.2	Materiais . . . . .	47
4.3	Métodos . . . . .	48
4.3.1	Seleção da amostra . . . . .	49
4.3.2	Cálculo do peso básico $w_h$ . . . . .	50
4.4	Ajuste dos pesos devido à não resposta . . . . .	50
4.4.1	Ajuste de não resposta . . . . .	51
4.4.2	Calibração dos pesos pelo método <i>Raking</i> . . . . .	51
4.4.3	Análise das estimativas intervalares . . . . .	52
4.4.4	Teste de McNemar . . . . .	53
<b>5</b>	<b>Análise dos Resultados</b>	<b>54</b>
5.1	Introdução . . . . .	54
5.2	Ajuste de não resposta . . . . .	56
5.3	Calibração dos pesos pelo método <i>Raking</i> . . . . .	57
5.4	Análise dos pesos . . . . .	59
5.5	Efeito da ponderação . . . . .	60
5.6	Análise das estimativas intervalares . . . . .	62
5.7	Teste McNemar . . . . .	69

<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>72</b>
6.1	Limitações do trabalho . . . . .	77
6.2	Recomendações para trabalhos futuros . . . . .	78
<b>A</b>	<b>Técnicas de Amostragem</b>	<b>79</b>
A.1	Amostragem Aleatória Simples (AAS) . . . . .	79
A.1.1	Amostragem Aleatória Simples com reposição ( $AAS_c$ ) . . . . .	80
A.1.2	Amostragem Aleatória Simples sem reposição ( $AAS_s$ ) . . . . .	82
A.2	Amostragem Estratificada . . . . .	85
A.2.1	Amostragem Estratificada Proporcional ( $AE_{pr}$ ) . . . . .	87
A.2.2	Amostragem Estratificada Ótima ( $AE_{ot}$ ) . . . . .	87
	<b>Anexo A</b>	<b>90</b>
	<b>Anexo B</b>	<b>91</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>99</b>

# Lista de Tabelas

3.1	Exemplo de uma distribuição conjunta para a população . . . . .	39
3.2	Exemplo de uma distribuição conjunta para a amostra . . . . .	39
3.3	Exemplo de uma distribuição marginal para a população . . . . .	41
3.4	Exemplo de uma distribuição marginal para a amostra . . . . .	41
3.5	Comparação das fontes de vieses em entrevistas por telefone, <i>e-mail</i> e presenciais	43
4.1	Distribuição da população e amostra segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília. . . . .	49
4.2	Exemplo da tabela de dupla entrada para o teste de McNemar . . . . .	53
5.1	Distribuição das taxas de resposta segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília - Pesquisas por <i>e-mail</i> e telefone. . . . .	56
5.2	Distribuição da população e amostra segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília - Pesquisa por <i>e-mail</i> . . . . .	56
5.3	Distribuição da população e amostra segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília - Pesquisa por telefone. . . . .	57
5.4	Distribuição percentual dos estudantes segundo nível acadêmico considerando o peso atribuído em cada método de ajuste na pesquisa por telefone . . . . .	58
5.5	Distribuição percentual dos estudantes segundo nível acadêmico considerando o peso atribuído em cada método de ajuste na pesquisa via <i>e-mail</i> . . . . .	58

5.6	Distribuição percentual dos estudantes segundo sexo considerando o peso atribuído em cada metodologia na pesquisa por telefone . . . . .	59
5.7	Distribuição percentual dos estudantes segundo sexo considerando o peso atribuído em cada metodologia na pesquisa via <i>e-mail</i> . . . . .	59
5.8	Soma dos pesos amostrais aplicados em cada caso. . . . .	60
5.9	Efeito da ponderação por tipo de pesquisa segundo cada caso . . . . .	60
5.10	Efeito da ponderação e coeficiente de variação por tipo de pesquisa segundo cada caso . . . . .	62
5.11	Comparação entre o total populacional e a estimativa amostral segundo caso - Pesquisa por telefone. . . . .	65
5.12	Comparação entre o total populacional e a estimativa amostral - Pesquisa via <i>e-mail</i> . . . . .	66
5.13	Resultados sobre a volta presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021 - Pesquisa via <i>e-mail</i> . . . . .	67
5.14	Resultados sobre a volta presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021 - Pesquisa por telefone . . . . .	67
5.15	Resultados da pesquisa por telefone sobre o motivo de não voltar a ter aula presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021. . . . .	68
5.16	Resultados da pesquisa via <i>e-mail</i> sobre o motivo de não voltar a ter aula presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021. . . . .	69
5.17	Quantidade de respondentes em cada pesquisa . . . . .	69
5.18	Quantidade de respondentes em cada pesquisa, desconsiderando a perda de informação na pesquisa por <i>e-mail</i> . . . . .	70
	Tabela A.1 - Cursos de pós-graduação da UnB segundo grande área e colégio. . . . .	90

# Lista de Figuras

2.1	Taxonomia do Erro Total da Pesquisa. . . . .	9
2.2	Exemplo de matriz de <i>Hadamard</i> usada para definir réplicas de BRR para $H = 4$ estratos. . . . .	15
3.1	Estrutura básica de números telefônicos adotada no Brasil. . . . .	24
5.1	Quantitativo de respostas segundo a hora em que a entrevista foi realizada na pesquisa por <i>e-mail</i> . . . . .	55
5.2	Estimativas da proporção de estudantes de pós-graduação da UnB do sexo masculino - Pesquisa por telefone . . . . .	63
5.3	Estimativas da proporção de estudantes de pós-graduação da UnB do sexo masculino - Pesquisa por <i>e-mail</i> . . . . .	63
5.4	Estimativas da idade média dos estudantes de pós-graduação da UnB - Pesquisa por telefone . . . . .	64
5.5	Estimativas da idade média dos estudantes de pós-graduação da UnB - Pesquisa por <i>e-mail</i> . . . . .	65

# Abreviações e Siglas

AAS	Amostra Aleatória Simples
AASc	Amostra Aleatória Simples com reposição
AASs	Amostra Aleatória Simples sem reposição
AE	Amostra Estratificada
AEpr	Amostra Estratificada proporcional
AEot	Amostra Estratificada ótima
UnB	Universidade de Brasília
MEC	Ministério da Educação
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
TSL	<i>Taylor Series Linearization</i>
BRR	<i>Balanced Repeated Replication</i>
JRR	<i>Jackknife Repeated Replication</i>
RDD	<i>Random Digit Dialing</i>
UPA	Unidade Primária de Amostragem
CATI	<i>Computer Assisted Telephone Interviewing</i>
ACASI	<i>Audio Computer-Assisted Self-Interviewing</i>
IVR	<i>Interactive Voice Response</i>
$H_0$	Hipótese nula
$H_1$	Hipótese alternativa
Var	Variância

ns	Nível de Significância
CV	Coeficiente de Variação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNADc	Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio contínua



# Capítulo 1

## Introdução

O ano de 2020 ficará para a história devido ao surgimento da pandemia causada pelo novo coronavírus. Os acontecimentos se desdobraram de forma semelhante à gripe espanhola, que teve início em 1918 e deixou cerca de 50 milhões de mortos (Hays, 2005). O governo chinês fez o primeiro alerta sobre o surgimento da doença, com o nome técnico COVID-19, no final de dezembro de 2019 (OMS, 2020b). Desde então, esse vírus tem se espalhado mundialmente e, em fevereiro de 2020, o Ministério da Saúde confirmou o primeiro caso de coronavírus no Brasil (MS, 2020). Com essa rápida disseminação mundial, a OMS (2020a) decretou emergência de saúde pública de interesse internacional no final de janeiro e, em março de 2020, declarou uma pandemia.

A propagação da doença e, conseqüentemente, as medidas restritivas de distanciamento adotadas pelos estados e municípios suspendeu diversas pesquisas nacionais realizadas por meio de coleta domiciliar presencial (Hecksher, 2020). No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por exemplo, teve que suspender o Censo 2020 (IBGE, 2020b) e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) (IBGE, 2020g). Além do IBGE, a Secretaria Especial de Previdência e Trabalho do Ministério da Economia teve que suspender a divulgação dos indicadores produzidos com o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), por conta do comprometimento do envio dos dados, que antes era

enviado com periodicidade mensal (Ministério da Economia, 2020).

Com a disseminação da pandemia do COVID-19, os institutos de pesquisa tiveram que fazer uma adaptação na forma de realizar pesquisas domiciliares, visto que as medidas de distanciamento limitaram o uso de entrevistas que eram, tradicionalmente, realizadas por meio presencial (CEPAL, 2020). Por consequência disso, a Itália, (Costantini et al., 2020), a Nigéria (NBS, 2020), a Índia (Muzna Alvi e Ringler, 2020), o Brasil (IBGE, 2020c), entre outros países, realizaram pesquisas por telefone, principalmente, sobre os impactos do COVID-19.

No início de maio de 2020, o IBGE (2020c) divulgou uma adaptação da PNADC, a PNAD COVID19, realizada por telefone. Porém, junto com a publicação da pesquisa, foi emitido um alerta para que se tenha cautela ao utilizar os dados, visto que foi a primeira vez da implementação desse tipo de delineamento amostral e, assim, a pesquisa ainda estava passando por uma fase de testes. No entanto, é imprescindível reconhecer a importância dessa pesquisa para o país, uma vez que esta é uma ferramenta necessária para análise de informações de saúde da população (Penna, 2020).

Também nesse contexto de pandemia, foi realizada uma pesquisa por telefone na Itália, segundo país da Europa mais afetado pela doença até o início de 2021 (BBC, 2021), que envolveu uma amostra de centros de cuidados paliativos italianos. Costantini et al. (2020) propôs uma amostra não probabilística com base no número de pacientes que testaram positivo para o COVID-19. Segundo os resultados desse estudo, a pesquisa foi importante para o setor hospitalar no cenário da pandemia, uma vez que cuidados paliativos são essenciais para otimizar a sobrevivência dos pacientes.

Na África, foi realizado um estudo com suporte do Banco Mundial, conhecido como Pesquisas Integradas sobre Agricultura do Estudo para a Medição dos Padrões de Vida (LSMS-ISA), para apoiar pesquisas telefônicas em 5 países africanos - Etiópia, Malawi, Nigéria, Tanzânia e Uganda (NBS, 2020). O estudo tem o objetivo de ajudar a reduzir a propagação e o impacto da doença na população africana.

Com o atual cenário da pandemia e com a necessidade de aprimorar a realização de pes-

quisas domiciliares sem entrevistas presenciais, buscam-se outras formas de coleta de dados conforme a necessidade que a situação exige. Apesar de existirem outros modos de coleta, pesquisas por telefone e pela internet têm sido alternativas bastante recorrentes pelos institutos nacionais para a produção de estatísticas que fornecem informações importantes sobre a população (CEPAL, 2020).

As pesquisas pela internet têm crescido muito ultimamente, decorrente do aumento da literatura sobre a metodologia abordada (Schonlau et al., 2004). Esse tipo de pesquisa tem várias vantagens no contexto de pandemia, como o baixo custo e a facilidade de implementação (Boni, 2020). Entretanto, alguns estudos como Babbie (1999) e Callegaro et al. (2015) alertam sobre as limitações encontradas em relação ao método, uma vez que este não garante a consistência dos resultados devido à baixa taxa de resposta em relação aos outros métodos.

No primeiro semestre de 2020, a Universidade de São Paulo (USP) realizou um estudo sobre saúde mental durante a pandemia do COVID-19 por *e-mail* (USP, 2020). A pesquisa foi realizada por meio de um questionário *online* disponibilizado via *Google Forms* e obteve 3.000 respondentes dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal. Foi uma pesquisa muito relevante sobre os impactos da pandemia, mostrando que as mulheres foram as mais impactadas emocionalmente, apresentando mais sintomas de depressão, de ansiedade e de estresse.

Os Estados Unidos utilizam o telefone como principal meio de pesquisa sobre a população residente desde 1980 (AAPOR, 2020) e essa tem sido cada vez mais uma alternativa eficaz e necessária, dado que não requerem interações pessoais presenciais e podem extrair informações sobre a população de maneira rápida. O uso de entrevistas por telefone para pesquisas domiciliares cresceu nos últimos 25 anos e, conseqüentemente, os métodos de amostragem por telefone aumentaram em diversidade (Groves et al., 2001). Além disso, possuem um baixo custo e não necessitam do deslocamento do entrevistador (Biemer, 2010).

Segundo a CEPAL (2020), esse cenário de isolamento social, que impede as entrevistas presenciais (ou do inglês *face-to-face*), pode ocasionar alguns problemas para a pesquisa por telefone, tais como:

- Nem todos os domicílios na amostra original fornecem algum número de telefone;
- Alguns domicílios fornecem os telefones de contato, mas no momento da entrevista, não estão mais localizados no endereço informado;
- Nem todas as famílias que forneceram suas informações de contato estão dispostas a responder ao questionário da pesquisa.

Muitas vezes, as pesquisas por telefone são utilizadas por profissionais de *marketing* para identificar o que os consumidores pensam sobre seus produtos e, com isso, tomar medidas a favor da empresa. Além disso, também se pode realizar pesquisas de opinião pública, de satisfação, de avaliação no mercado sobre a chegada de novos conceitos de produtos e serviços para a empresa, etc. Portanto, as pesquisas telefônicas podem ser confundidas com o *telemarketing*, e pode-se dizer que este é um dos obstáculos ao conduzir uma pesquisa por telefone (Kempf e Remington, 2007), podendo justificar a baixa taxa de resposta nessas pesquisas. Isso porque essas empresas de *telemarketing* realizam diversas chamadas por dia, sendo que algumas chamadas são desligadas ao serem atendidas, o que acaba incomodando os consumidores.

Por consequência da pandemia, diversas empresas tiveram que adotar o teletrabalho, (ou do inglês *home-office*), uma vez que os governos exigiram que as pessoas ficassem em casa - exceto os serviços essenciais - a fim de frear a disseminação do vírus (United Nations, 2020). Após alguns meses, no Brasil, algumas dessas empresas decidiram adotar o teletrabalho apenas para um percentual de empregados. A Petrobras, por exemplo, aprovou regras para a consolidação do teletrabalho para funcionários do setor administrativo, uma vez que esse modelo trouxe vantagens como a redução de custos para a empresa (Money Times, 2020). Dessa forma, o quantitativo maior de pessoas em casa pode favorecer as pesquisas por telefone e pela *internet*.

Assim, o objetivo desse estudo é fazer uma análise da metodologia adotada para a realização de pesquisas por telefone e *e-mail*, buscando entender as vantagens e as desvantagens desses métodos aplicados no cenário de pandemia, que diminuiu a possibilidade de ocorrência de entrevistas presenciais por tempo indeterminado. Os objetivos específicos são:

- Verificar o efeito de diferentes métodos de ponderação para corrigir os problemas existentes em pesquisas por telefone.
- Avaliar se a pesquisa por telefone consegue capturar o parâmetro de interesse (idade média e a proporção de estudantes do sexo masculino) por meio de estimativas intervalares.
- Comparar os resultados com os obtidos na realização da pesquisa por *e-mail*.

Esta dissertação possui a seguinte estrutura: o Capítulo 2 faz uma introdução sobre pesquisas amostrais e os erros envolvidos no processo. O Capítulo 3 apresenta os métodos de coleta por telefone e por *e-mail*. Os materiais e métodos utilizados na pesquisa compõem o Capítulo 4. No Capítulo 5, são discutidos os resultados encontrados. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as principais conclusões, limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Pesquisas Amostrais

### 2.1 Introdução

O fato de seres humanos serem movidos pela necessidade de resolver problemas reais faz com que perguntas sobre o mundo sejam feitas com frequência, e grande parte dessas perguntas requerem a obtenção de informações através de pesquisas científicas. Muitas dessas perguntas podem ser respondidas com o crescimento do volume de informações disponíveis ao longo dos anos. No entanto, quando uma pergunta é respondida, outras mais refinadas podem surgir, de modo que sempre vai existir a possibilidade de melhorar o conhecimento existente, contribuindo para o avanço da ciência.

No mundo, diversas pesquisas são conduzidas por diferentes setores, resultando em dados relevantes que são trabalhados para diferentes finalidades. Essas pesquisas podem ser realizadas por meio de um censo ou por amostragem. O censo pode ser definido como a coleta de informações sobre todas as unidades de uma população (Kish, 1965a) e uma pesquisa amostral é entendida como uma coleta de informações para medir características de parte da população para que os parâmetros populacionais possam ser estimados (Cochran, 1977).

No geral, para a realização de pesquisas sobre uma população numerosa é inviável fazer um censo, pois demanda tempo, o custo é alto e, ainda, o erro pode não ser eliminado por completo

(Kish, 1965a). Para certas situações, um levantamento censitário pode exigir um planejamento logístico impossível de se realizar sem que ocorressem vieses nas estimativas dos parâmetros populacionais de interesse (Slonim, 1957). Sendo assim, pesquisas censitárias podem estar mais sujeitas a vieses de mensuração decorrentes de erros não amostrais.

No entanto, com a amostragem, é possível obter informações confiáveis com menores gastos que o censo e obtidas com mais rapidez (Kish, 1965a). Com as amostras, pode-se ter mais controle sobre as fontes de variação conhecidas, fazendo com que se tenham estimativas mais precisas dos parâmetros de interesse da população-alvo do que utilizando o censo. Desta forma, a amostragem desempenha um papel importante no processo de obtenção de dados em pesquisas e têm como objetivo conhecer características de uma determinada população com base no resultado de uma amostra (Cochran, 1977).

Segundo Groves et al. (2001), pesquisa pode ser entendida como um método sistemático para coletar informações de unidades, ou de uma amostra de unidades, com o objetivo de construir descrições quantitativas de atributos da população da qual fazem parte. Assim, é essencial que o delineamento da pesquisa seja bem elaborado. O planejamento da pesquisa pode envolver a definição dos conceitos, o desenho do questionário e o desenho amostral, a listagem, a coleta e o processamento de dados, e por fim, a análise e a publicação das informações (Wild e Seber, 2004).

No entanto, durante a execução da pesquisa podem ocorrer erros que devem ser monitorados e controlados, para garantir que a qualidade do produto final seja mantida. Segundo Lyberg (2012) a qualidade é um conceito multifacetado e medi-la é uma tarefa complicada. Além disso, ela pode ser procedente do Erro Total da Pesquisa - ETP (ou do inglês *Total Survey Error* - TSE), abordado na sequência.

Deste modo, esse Capítulo apresenta os conceitos de erro total da pesquisa - composto pelos erros amostrais e não amostrais -, amostragem complexa e as principais formas de estimar a variância e o peso amostral. As fórmulas e os conceitos aqui apresentados são derivados das expressões definidas no Apêndice A, seguindo a nomenclatura de (Cochran, 1977).

### 2.1.1 Erro Total da Pesquisa

O Erro Total da Pesquisa, ou ETP, é utilizado com o objetivo de otimizar as pesquisas, maximizando a qualidade dos dados (Biemer, 2010). Realizar uma pesquisa de boa qualidade é um grande desafio, sendo importante ter conhecimento do conceito de qualidade antes de definir o ETP. Para Lyberg (2012), a qualidade da pesquisa é um conceito tridimensional associado ao produto final, aos processos subjacentes que levam ao produto e à organização que fornece os meios para se realizar os processos e a entrega do produto de forma bem sucedida.

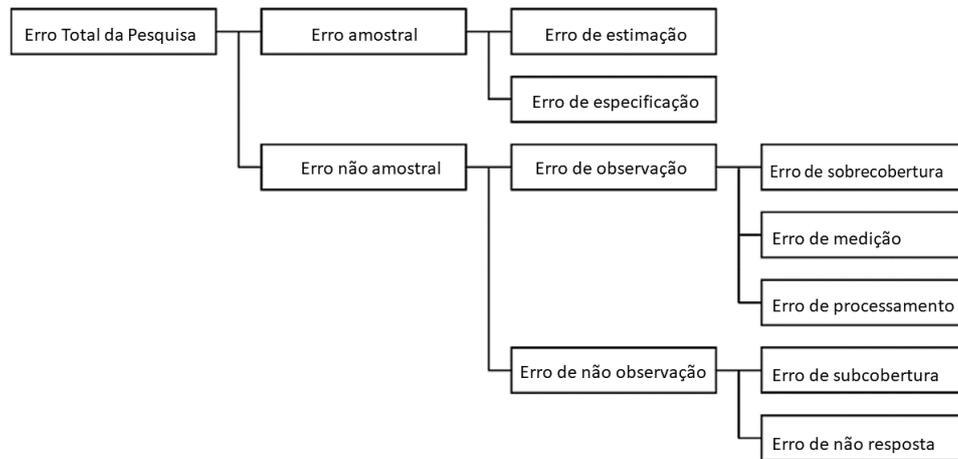
Durante as etapas de uma pesquisa, podem surgir erros causados pelo desvio entre a resposta obtida e o seu real valor subjacente, definidos como ETP (Biemer, 2010). Esses erros podem estar relacionados a muitos fatores, entre eles planejamento inadequado da pesquisa, processo de amostragem, entrevistas, entrevistadores e entrevistados, ausência de dados, processos de codificação, digitação e edição. Portanto, para garantir a precisão das inferências derivadas dos dados da pesquisa, o erro dessas diversas fontes, acompanhado do resultado das estimativas, deve ser minimizado.

Na prática, minimizar o erro total da pesquisa significa minimizar o Erro Quadrático Médio (EQM) da estimativa (Groves e Lyberg, 2010). O EQM é definido como a esperança do quadrado do desvio entre o estimador  $\hat{\theta}$  e o parâmetro de interesse  $\theta$  (Casella e Berger, 1990), podendo ser escrito como:

$$EQM = E(\hat{\theta} - \theta)^2 = Var(\hat{\theta}) + b(\hat{\theta})^2 \quad (2.1)$$

onde  $b(\hat{\theta})$  é o vício, ou o viés, de um estimador.

Um estimador de pesquisa será preciso se o viés e a variância forem mínimos, ou seja, quando a influência do ETP na estimativa for pequena (Biemer, 2010). Em geral, a estimativa obtida difere do verdadeiro valor do parâmetro de interesse e isso pode ser justificado por erros ocorridos em uma ou mais etapas da pesquisa. Esses erros podem ser amostrais ou não amostrais e estão apresentados resumidamente na Figura 2.1.



**Figura 2.1:** Taxonomia do Erro Total da Pesquisa.  
Fonte: Bethlehem (2010).

### Erros amostrais

O erro amostral pode ser entendido como o desvio relacionado ao processo de desenho amostral, ou seja, ele não inclui erros obtidos por falhas sistêmicas ou aleatórias atribuídas a problemas de mensuração e obtenção das informações. O erro amostral acontece quando uma parte da população de interesse é selecionada, isto é, quando apenas a amostra é selecionada da população (Särndal et al., 2003).

Esse tipo de erro é inevitável e ocorre porque as amostras são aleatórias, sendo calculado como a diferença entre o resultado da amostra e o verdadeiro valor populacional (Grove et al., 2012) e, assim, é evidente que esse erro é igual a zero quando se é possível observar toda a população. O erro amostral da média é dado por  $e$ , calculado como  $e = \bar{X} - \mu$ , onde  $\mu$  é a média populacional e  $\bar{x}$  é a média amostral definidas no Apêndice A.

Como apresentado na Figura 2.1, o erro amostral é composto por erro de estimação e erro de especificação. O erro de estimação está associado ao efeito causado pelo uso de uma amostra baseada em um processo de seleção aleatória e o erro de especificação ocorre quando as verda-

deiras probabilidades de seleção diferem das probabilidades de seleção especificadas no plano amostral (Bethlehem, 2010).

Bethlehem (2010) sugere, para reduzir o erro de estimativa, duas medidas a serem tomadas, sendo uma delas aumentar o tamanho da amostra, e a outra utilizar probabilidade de seleção proporcional ao valor de alguma variável auxiliar. Já os erros de seleção são mais difíceis de evitar sem uma investigação completa da informação a ser coletada. Assim como no caso do erro de seleção, também acontece que para o erro de especificação, quando ocorre a auto-seleção, as probabilidades de seleção são desconhecidas, não havendo probabilidades que possam ser calculadas antecipadamente (Bethlehem, 2010).

### **Erros não amostrais**

Erros não amostrais ocorrem apenas em etapas da pesquisa que não envolvem o planejamento amostral, como definição de conceitos, planejamento do questionário, coleta e processamento dos dados, etc. Eles podem ocorrer tanto em censos como em pesquisas amostrais (Bethlehem, 2009). O viés de seleção e o erro de medição são exemplos de erros de não amostragem (Lohr, 1999). O cenário ideal seria uma pesquisa em que esses erros não ocorressem, mas se não for possível, eles devem ser minimizados.

Segundo Biemer e Lyberg (2003), os erros não amostrais podem ser classificados em: erro de especificação, erro do cadastro, erro de cobertura, erro de não resposta, erro de medida e erro de processamento. Entretanto, Bethlehem (2010) não considera os erros de especificação e de cadastro e divide os restantes em erros de observação (sobrecobertura, medida e processamento) e de não observação (subcobertura e de não resposta), como na Figura 2.1. Erros de observação ocorrem durante o processo de coleta e registro dos dados enquanto os de não observação ocorrem quando as medições pretendidas não podem ser realizadas.

O erro de especificação é um erro de observação que ocorre quando as perguntas do questionário não capturam o conceito original pensado durante a construção dele (Biemer e Lyberg, 2003). Dentre as possíveis justificativas, podem-se destacar possíveis erros de construção do

questionário e, conseqüentemente não entendimento da pergunta pelo entrevistado; e falhas de comunicação entre os responsáveis pelo desenho do questionário e os entrevistadores da pesquisa.

Durante a construção da lista identificadora das pessoas que compõem a população alvo - elaborada com auxílio de mapas, listagens em campo, junção de listas já existentes, etc -, pode ocorrer o erro de cadastro (Biemer e Lyberg, 2003). Uma vez que essa lista de cadastros contém informações importantes para o planejamento e para a seleção de amostras e como a elaboração desta está sujeita a erros, pode-se resultar em erros de cobertura (Biemer e Lyberg, 2003). Esses erros podem ser de subcobertura, visto que unidades podem ser omitidas e conseqüentemente não contadas na amostra ou de sobrecobertura, pois as unidades podem ser duplicadas ou incluídas incorretamente de forma a não representar a população alvo (Bethlehem, 2009).

Em um cenário ideal, toda unidade amostral selecionada deveria participar da pesquisa e, além disso, as pessoas selecionadas na amostra responderiam todas as questões do questionário. Porém, o que acontece na prática é que algumas pessoas podem deixar de participar ou as que escolheram participar podem deixar de responder algumas questões, gerando, portanto, uma pesquisa sujeita a erros de não resposta. Desta maneira, quando a estimativa calculada com os respondentes difere da que seria obtida com a amostra completa, o erro de não resposta é observado (Biemer e Lyberg, 2003).

O erro de medida acontece quando há diferença entre o conceito medido e o real valor que deveria ter sido medido. Dentre as fontes que podem ocasionar esse erro, podem-se listar o respondente, o entrevistador, o planejamento do questionário, o modo e o ambiente de coleta da pesquisa. Além disso, Bethlehem (2009) acrescenta casos em que o entrevistado não responde com sinceridade ou que o entrevistador comete um erro ao registrar a resposta. Dentre as conseqüências de um questionário mal construído destaca-se o não entendimento deste instrumento por parte do entrevistado.

Por fim, o erro de processamento pode ocorrer devido à captura de dados feita de modo incorreto, imputação, atribuição de pesos amostrais, cálculo das estimativas, tabulação ou análise

dos dados (Biemer e Lyberg, 2003). O uso de tecnologias pode diminuir esses erros, mas devem ser usados com cautela, pois também podem adicionar mais erros.

Em muitas pesquisas, o erro amostral relatado pode ser insignificante em comparação com os erros não amostrais. Nesse contexto, Lohr (1999) exemplifica que é muito comum pesquisas com uma taxa de resposta baixa, de 30%, se atentarem de forma positiva apenas para a margem de erro de 3%, enquanto ignoram o enorme viés de seleção em seus resultados.

As formas de minimizar os erros de não resposta, de medida e de processamento, como ponderação e cálculos da taxa de resposta, serão abordadas com mais detalhamento nas seções 3.2.4 e 3.2.5 do Capítulo 3.

## 2.2 Amostragem Complexa

Em geral, um plano com delineamento complexo é formado pela junção de vários procedimentos amostrais como, por exemplo, conglomeração, estratificação, probabilidades desiguais de seleção e calibração (Chambers e Skinner, 2003). Grande parte das pesquisas envolve uma combinação dessas técnicas de amostragem, devido à heterogeneidade inerente da população investigada. A PNAD Contínua do IBGE é um exemplo de pesquisa com plano complexo, porque utiliza conglomeração em dois estágios de seleção com estratificação das Unidades Primárias de Amostragem (UPAs) em seu plano amostral (IBGE, 2020e).

Além disso, o plano amostral pode se tornar complexo quando o peso não é derivado naturalmente desse plano, ou seja, quando há a necessidade de utilizar pesos amostrais que vieram do ajuste de não resposta por meio da ponderação, como é o caso deste trabalho, que será visto no Capítulo 3.

A definição do desenho da pesquisa é muito importante para evitar subestimação dos erros padrão das estimativas dos parâmetros e das taxas de cobertura do intervalo de confiança, o que pode induzir a diagnósticos errados das estimativas (Chambers e Skinner, 2003). As principais abordagens para a estimação de variâncias em planos complexos são: Linearização por Série

de Taylor (ou do inglês *Taylor Series Linearization* - TSL), *Balanced Repeated Replication* - BRR, *Jackknife Repeated Replication* - JRR e *Bootstrap*, que serão vistos a seguir.

### 2.2.1 Linearização por Série de Taylor - TSL

As fórmulas de variância apresentadas neste Capítulo são utilizadas para os estimadores de médias e totais, sendo a variância calculada em cada nível e depois combinada conforme o desenho da pesquisa. No entanto, pode surgir a necessidade de se estimar outras quantidades a partir de dados da pesquisa para as quais não foi apresentada a fórmula da variância. Desse modo, essa seção descreve o processo não iterativo de Linearização por Série de Taylor (do inglês *Taylor Series Linearization* - TSL), para a estimação da variância de totais estimados e outras estatísticas de pesquisas com amostras complexas (Heeringa et al., 2010).

O estimador de interesse é expresso na forma dos totais ponderados da amostra. Seja um estimador de razão ponderado da média populacional da variável  $Y$ , dado por:

$$\bar{y}_w = \frac{\sum_h \sum_\alpha \sum_i w_{h\alpha i} y_{h\alpha i}}{\sum_h \sum_\alpha \sum_i w_{h\alpha i}} \quad (2.2)$$

em que  $h$  representa o estrato,  $w$  o peso amostral,  $\alpha$  o conglomerado e  $i$  a observação.

Denotando a multiplicação  $w_{h\alpha i} \times y_{h\alpha i}$  por  $u_{h\alpha i}$  e  $w_{h\alpha i}$  por  $v_{h\alpha i}$ , pode-se simplificar a Equação (2.2) para a forma:

$$\frac{\sum_h \sum_\alpha \sum_i u_{h\alpha i}}{\sum_h \sum_\alpha \sum_i v_{h\alpha i}} = \frac{u}{v} \quad (2.3)$$

A variância de  $\bar{y}_w$  é dada por

$$Var(\bar{y}_w, TSL) \simeq \frac{Var(u) + \bar{y}_{w,TSL}^2 Var(v) - 2\bar{y}_{w,TSL} Cov(u, v)}{v_0^2} \quad (2.4)$$

em que  $v_0$  é a soma dos pesos da amostra e

$$Var(u) = \sum_{h=1}^H \frac{n_h}{(n_h - 1)} \left[ \sum_{\alpha=1}^{n_h} u_{h\alpha}^2 - \frac{u_h^2}{n_h} \right] \quad (2.5)$$

$$Var(v) = \sum_{h=1}^H \frac{n_h}{(n_h - 1)} \left[ \sum_{\alpha=1}^{n_h} v_{h\alpha}^2 - \frac{v_h^2}{n_h} \right] \quad (2.6)$$

$$Cov(u, v) = \sum_{h=1}^H \frac{n_h}{(n_h - 1)} \left[ \sum_{\alpha=1}^{n_h} u_{h\alpha} v_{h\alpha} - \frac{u_h v_h}{n_h} \right] \quad (2.7)$$

onde  $n_h$  se refere ao tamanho da amostra no estrato  $h$ .

As aproximações de Taylor vêm sendo utilizadas há muito tempo para o cálculo de variâncias em pesquisas complexas (Woodruff, 1971; Binder, 1983). Porém, a execução do método pode ser desvantajosa principalmente por dois motivos (Lohr, 1999):

- A precisão da aproximação de linearização depende do tamanho da amostra, ou seja, o estimador da variância pode ser enviesado para baixo se a amostra não for grande o suficiente;
- Nem sempre é fácil escrever a estatística de interesse como função linear de totais ou de médias populacionais, pois esse processo envolve muitas derivações e cálculos específicos.

Entretanto, como esse método de linearização é utilizado há muito tempo na estatística, a teoria é bem desenvolvida e, para os cálculos, existem softwares que permitiram o desenvolvimento e o aprimoramento dos pacotes estatísticos computacionais para essa finalidade.

### 2.2.2 *Balanced Repeated Replication - BRR*

Nos métodos de reamostragem, a amostra é tratada como se fosse a própria população. Dessa nova “população”, diferentes amostras serão retiradas e, a partir dessas subamostras, a variância é estimada. O método BRR foi desenvolvido utilizando essa ideia de retirar subamos-

tras, porém reduzida à metade do tamanho da amostra, conhecido como meia amostra (ou do inglês “half-sample”) (Lohr, 1999). McCarthy (1969) introduziu o método com um padrão de símbolos “+” e “-” encontrados em uma matriz de *Hadamard*, como ilustrado na Figura 2.2.

BRR rep	Estrato (h)			
	1	2	3	4
1	+	+	+	-
2	+	-	-	-
3	-	-	+	-
4	-	+	-	-

**Figura 2.2:** Exemplo de matriz de *Hadamard* usada para definir réplicas de BRR para  $H = 4$  estratos.

Fonte: Heeringa et al. (2010).

No método BRR, a matriz de *Hadamard* pode ser utilizada para definir as réplicas em amostras com  $h$  estratos e com apenas 2 conglomerados ou 2 Unidades Primárias de Amostragem (UPA) por estrato. Operacionalmente, considerando uma amostra com 4 estratos como na matriz da Figura 2.2, Heeringa et al. (2010) descreve o método da seguinte forma: cada linha da matriz define uma réplica BRR e para a réplica 1, o sinal “+” nas colunas para os estratos 1, 2 e 3 indica que a primeira UPA no estrato está atribuída à réplica. O sinal “-” no estrato 4 indica que a segunda UPA deve ser incluída na réplica 1. Em sequência, a réplica 2 de BRR incluirá a primeira UPA do estrato 1 e a segunda UPA dos estratos 2, 3 e 4. Seguindo a mesma lógica para as réplicas 3 e 4.

Desta maneira, um novo peso é criado para cada uma das  $r = 1, \dots, R$  replicações, que é o número de estratos, de forma que:

$$w_{i,rep} = \begin{cases} w_i \times 2, & \text{para UPA apagada} \\ w_i \times 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Usando os pesos replicados descritos, as estimativas replicadas ponderadas da estatística da

população são calculadas a partir da expressão:

$$\bar{y}_r = \frac{\sum_{i \in rep}^{n_{rep}} y_i w_{i,rep}}{\sum_{i \in rep}^{n_{rep}} w_{i,rep}} \quad (2.8)$$

em que  $r = 1, \dots, R$  e  $n_{rep}$  é o número de replicações.

Já a estimativa da média amostral é calculada como:

$$\bar{y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.9)$$

Uma das estimativas da variância pode ser calculada por (Heeringa et al., 2010):

$$Var_{BRR}(\bar{y}_w) = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R (\bar{y}_r - \bar{y}_w)^2 \quad (2.10)$$

O intervalo de confiança é dado por:

$$IC(\mu, \gamma) = \left[ \bar{y}_w - t_{\frac{\gamma}{2}, gl} \sqrt{Var_{BRR}(\bar{y}_w)}; \bar{y}_w + t_{\frac{\gamma}{2}, gl} \sqrt{Var_{BRR}(\bar{y}_w)} \right] \quad (2.11)$$

em que  $gl$  representa o grau de liberdade e é igual ao número de estratos.

A principal desvantagem desse método é que ele só pode ser usado quando existem 2 UPAs por estrato e não é possível incorporar o fator de correção para populações finitas ( $fpc$ ) na estimativa da variância.

### 2.2.3 Jackknife Repeated Replication - JRR

Quenouille (1956) introduziu o método de *Jackknife* como um método de redução do viés e Tukey (1958) propôs usá-lo para estimar variâncias e calcular intervalos de confiança. O método, assim como o BRR, é de reamostragem e permite que os grupos replicados se sobreponham. Entretanto, a principal diferença em relação ao BRR é que o JRR pode ser aplicado em situações que 2 ou mais UPAs são selecionadas de cada estrato, sendo  $h = 1, \dots, H$ .

No método JRR, cada réplica é construída excluindo uma ou mais UPA's de um único estrato de estágio primário. Na prática, atribui-se zero ao valor do peso em cada caso na UPA removida, então o peso replicado varre os casos excluídos do cálculo da estimativa replicada. Deste modo, seja o peso definido da seguinte forma:

$$w_{i,rep} = \begin{cases} w_i, & \text{se o caso } i \text{ não estiver no estrato } h \\ 0, & \text{se o caso } i \text{ estiver na UPA excluída do estrato } h \\ w_i \alpha_r, & \text{se o caso } i \text{ estiver no estrato } h, \text{ mas não na UPA excluída} \end{cases}$$

onde  $\alpha_r = \frac{n_h}{n_h - 1}$ .

A partir desses pesos replicados pra cada amostra JRR e utilizando o mesmo procedimento descrito para o BRR, as estimativas ponderadas da média da população são calculadas para cada replicação, de forma que:

$$\bar{y}_r = \frac{\sum_{i \in rep}^{n_{rep}} y_i w_{i,rep}}{\sum_{i \in rep}^{n_{rep}} w_{i,rep}} \quad (2.12)$$

em que  $r = 1, \dots, R$  e  $R$  é o número de conglomerados.

Assim, a estimativa da média amostral é calculada por:

$$\bar{y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.13)$$

A variância amostral é estimada por:

$$Var_{JRR}(\bar{y}_w) = \sum_{i=1}^R \frac{1}{\alpha_r} (\bar{y}_r - \bar{y}_w)^2 \quad (2.14)$$

E o intervalo de confiança é dado por:

$$IC(\mu, \gamma) = \left[ \bar{y}_w - t_{\frac{\gamma}{2}, gl} \sqrt{Var_{JRR}(\bar{y}_w)}; \bar{y}_w + t_{\frac{\gamma}{2}, gl} \sqrt{Var_{JRR}(\bar{y}_w)} \right] \quad (2.15)$$

em que  $gl$  representa o grau de liberdade e é igual ao número de conglomerados menos o número

de estratos.

A principal desvantagem desse método é que também não é possível incorporar o fator de correção para populações finitas (*fpc*) na estimativa da variância.

### 2.2.4 Bootstrap

O método de *Bootstrap* permite realizar um grande número de replicações ( $R$ ), geralmente  $R = 500$  ou  $R = 1000$  (Lohr, 1999). Para a execução do método, com  $r = 1, \dots, R$ , deve-se selecionar uma AAS com reposição com  $n_h - 1$  UPAs com substituição da amostra  $n_h$  dentro do estrato  $h$  independente. Seja  $m_{h\alpha}(r)$  o número de vezes que a UPA  $\alpha$  do estrato  $h$  é selecionada na replicação  $r$ .

O peso utilizado na replicação é dado por:

$$w_{i,rep} = w_i \times \frac{n_h}{n_h - 1} m_{h\alpha}(r) \quad (2.16)$$

para o caso  $i$  na UPA  $\alpha$  do estrato  $h$ .

Já o peso utilizado na replicação, considerando o *fpc*, é dado por:

$$w_{i,rep} = w_i \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{(1 - f_h)}{(n_h - 1)^2} n_h \times m_{hj}(r) - \sqrt{1 - f_h}} \right] \quad (2.17)$$

para o caso  $i$  na UPA  $\alpha$  do estrato  $h$ , sendo  $f_h = \frac{n_h}{N_h}$ .

A partir dos pesos replicados, a estimativa ponderada da média da população em cada replicação é calculada da mesma forma que nos métodos BRR e JRR:

$$\bar{y}_r = \frac{\sum_{i \in rep}^{n_{rep}} y_i w_{i,rep}}{\sum_{i \in rep}^{n_{rep}} w_{i,rep}} \quad (2.18)$$

em que  $r = 1, \dots, R$ .

Segue a mesma expressão para a estimativa da média:

$$\bar{y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.19)$$

A variância é dada por:

$$Var_{Boot}(\bar{y}_w) = \frac{1}{R-1} \sum_{r=1}^R (\bar{y}_r - \bar{y}_w)^2 \quad (2.20)$$

Por fim, o intervalo de confiança é calculado da seguinte forma:

$$IC(\mu, \gamma) = \left[ \bar{y}_w - t_{\frac{\gamma}{2}, gl} \sqrt{Var_{Boot}(\bar{y}_w)}; \bar{y}_w + t_{\frac{\gamma}{2}, gl} \sqrt{Var_{Boot}(\bar{y}_w)} \right] \quad (2.21)$$

em que  $gl$  representa o grau de liberdade e é igual ao número de conglomerados menos o número de estratos.

Como já está consolidado na literatura que esses 4 métodos - TSL, BRR, JRR e *Bootstrap* - apresentam resultados próximos (Heeringa et al., 2010; Lohr, 1999), este trabalho utilizará apenas a *Linearização por Série de Taylor* para a estimação da variância do total e/ou da média.

## 2.3 **Peso amostral**

Em decorrência das probabilidades desiguais de seleção, faz-se necessário o uso de ponderação nos elementos da amostra, por meio dos pesos amostrais. O peso amostral é um fator de expansão e é definido como o número de unidades da população que são representadas por uma unidade  $i$  observada na amostra (Korn e Graubard, 1995; Lohr, 1999), dado por:

$$w_i = \frac{1}{\pi_i} \quad (2.22)$$

em que  $\pi_i$  é a probabilidade de que a unidade  $i$  seja selecionada na amostra.

No caso de uma AAS, cada unidade tem a probabilidade de seleção igual a  $\pi_i = \frac{n}{N}$ , como

mostrado na Seção A.1. Consequentemente, todos os pesos amostrais são iguais a  $\pi_i = \frac{N}{n}$ . Quando o peso amostral é o mesmo para todas as unidades, a amostra é conhecida como autoponderada (Lohr, 1999). Entretanto, no caso de amostragem estratificada, pode-se ter diferentes probabilidades de seleção em diferentes estratos, de forma que os pesos podem ser desiguais nos diferentes grupos desse tipo de amostragem.

Nesse caso, o estimador de amostragem estratificada  $\hat{T}_{st}$  pode ser expresso como uma soma ponderada das unidades  $i$ , de A.39:

$$\hat{T}_{st} = \sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h = \sum_{h=1}^L N_h \sum_{i=1}^{n_h} \frac{y_{hi}}{n_h} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} \frac{N_h}{n_h} y_{hi} \quad (2.23)$$

em que o peso para a unidade  $i$  pertencente ao estrato  $h$  pode ser reescrito como  $\frac{N_h}{n_h} = w_{hi}$ :

$$\hat{T}_{st} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} w_{hi} y_{hi} \quad (2.24)$$

Note que a probabilidade de uma unidade  $i$  ser selecionada do estrato  $h$  é  $\pi_{hi} = \frac{n_h}{N_h}$ , correspondente à fração amostral. Assim como no caso de uma AAS sem reposição, o peso amostral é equivalente à probabilidade de seleção:

$$w_{hi} = \frac{1}{\pi_{hi}} \quad (2.25)$$

A soma dos pesos amostrais na amostragem aleatória estratificada deve ser igual ao tamanho da população  $N$ , em que cada unidade amostrada representa um número de unidades da população, fazendo com que toda a amostra represente a população. Nessa amostragem, a média da população é estimada por:

$$\bar{y}_{st} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} w_{hi} y_{hi}}{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} w_{hi}} \quad (2.26)$$

Similarmente à AAS, a amostragem estratificada é definida como autoponderada se a fração amostral for igual para cada estrato, e, nesse caso, o peso é igual a  $\frac{N}{n}$ . Quanto à variância desse

plano, utiliza-se a variância do total populacional, definida em A.40, que é calculada dentro de cada estrato.

# Capítulo 3

## Técnicas de coleta

### 3.1 Introdução

As pesquisas em geral têm sido realizadas por meio de três principais métodos de coleta de dados: entrevistas presenciais, entrevistas por telefone e questionários enviados por correio (Fricker et al., 2005). Com o avanço da tecnologia, este cenário mudou consideravelmente nos últimos anos a partir de uma série de inovações na administração de computadores, trazendo suporte para esse trio de modo de coleta convencional. Portanto, novas modalidades surgiram e se popularizam, como os questionários *online* (Manfreda e Vehovar, 2002; Wachelke et al., 2014), agentes conversacionais (ou do inglês *Chatbots*) e ferramentas associadas (Kuyven et al., 2018; Shum et al., 2018).

Embora existam diversas formas de coleta de dados, este trabalho vai abordar as pesquisas feitas por telefone e por *e-mail*. Um ponto importante a se destacar é, quando este trabalho se referir à pesquisa por *e-mail*, trata-se da forma de disponibilizar o *link* de acesso para o preenchimento de um questionário *online* na internet. Deste modo, este Capítulo visa abordar os principais aspectos dessas duas técnicas de coleta, além de apresentar formas de se obter os números de telefone e os endereços eletrônicos da população em estudo. Isso inclui mostrar suas vantagens e desvantagens, o sistema de gerenciamento que auxilia essas coletas, os erros

obtidos em ambos os tipos de coleta e os pesos utilizados para melhorar a representatividade da amostra.

## 3.2 Pesquisas por telefone

Quando as pesquisas por levantamento amostral começaram a ganhar força nos Estados Unidos, em meados de 1930, o telefone era utilizado apenas com a finalidade de acompanhamento (Nathan, 2001). Porém, os custos das visitas presenciais começaram a aumentar e, paralelamente, a taxa de cobertura telefônica dos domicílios cresceu rapidamente, começando pela América do Norte (Thornberry e Massey, 1988), posteriormente atingindo a Europa, a Austrália e a Nova Zelândia (Trewin e Lee, 1988). Além disso, as taxas de resposta sofreram um sério declínio devido à dificuldade de se encontrar as pessoas em suas residências durante a coleta e, conseqüentemente, a execução de pesquisas por telefone começou a ser considerada (Nathan, 2001).

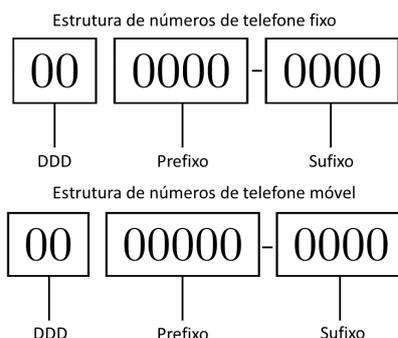
A princípio, os pesquisadores em geral estavam apreensivos quanto a esse novo método de coleta para as pesquisas, devido aos vieses causados pelas altas taxas de não resposta (Lepkowski et al., 2008). Entre as décadas de 1960 e 1970, vários estudos obtiveram resultados satisfatórios e contribuíram para a validade e para o crescimento da metodologia da pesquisa, tais como (Hochstim, 1967; Rogers, 1976; Groves e Kahn, 1979).

Antes de entender essa técnica, é importante definir a estrutura dos números que serão gerados, melhor explicado na seção a seguir.

### 3.2.1 Plano de Numeração Brasileiro

No Brasil, adotou-se o Plano de Numeração de acordo com as recomendações da União Internacional de Telecomunicações (UTI) (Anatel, 2020b). A estrutura dos números telefônicos brasileiros segue o formato: o Código do País [55], o Código de Área (DDD) no formato de dois dígitos e, por último, o número do assinante. Para os casos de telefonia fixa, o número do

assinante é estruturado com oito dígitos, quatro como prefixo e quatro como sufixo. Já para a telefonia móvel e o celular, o número é composto por nove dígitos, cinco como prefixo e quatro como sufixo, como ilustrado na Figura 3.1.



**Figura 3.1:** Estrutura básica de números telefônicos adotada no Brasil.

Uma vez que a estrutura dos números foi definida, pode-se escolher entre as técnicas de listagem de números e de Discagem Aleatória de Dígitos (ou do inglês *Random Digit Dialing*) como auxílio na geração de números, introduzidas nas próximas seções.

### 3.2.2 Listagem de números

A forma mais simples de se realizar uma pesquisa telefônica é utilizando uma lista de números telefônicos disponíveis para uma população específica de estudo, conhecida como amostra por listagem de números (ou do inglês *list samples*) (Lepkowski et al., 2008). Alguns exemplos desse tipo de lista: listas telefônicas, lista de participantes de uma pesquisa de painel, de membros de organizações profissionais, de funcionários de empresas ou de instituições educacionais.

A principal desvantagem de se utilizar os números de telefone informados pelas listas é que os números não listados podem diminuir a abrangência da pesquisa (Lepkowski et al., 2008). Esse problema foi corrigido pelo desenvolvimento da amostragem de Discagem Aleatória de Dígitos (RDD), introduzida inicialmente por Cooper (1964) e apresentada a seguir.

### 3.2.3 Técnica RDD

Além do problema de abrangência desencadeado pelos números não informados nas listas telefônicas, nem sempre existe uma lista disponível com os números das pessoas da amostra de estudo. Assim, na década de 60, desenvolveu-se a amostragem de Discagem Aleatória de Dígitos, introduzida inicialmente por Cooper (1964). Este método, geralmente, seleciona os números de telefone por meio de uma amostra aleatória simples estratificada ou não estratificada (Lepkowski et al., 2008), em que cada número é selecionado de uma lista telefônica com todos os números possíveis que poderiam ser atribuídos pela companhia de telefone. A estrutura telefônica brasileira foi definida na seção 3.2.1.

A execução do método consiste em fazer uma seleção de uma amostra aleatória de todas as combinações de números cobertos pelo território da população-alvo. Então, primeiramente é feita uma seleção das combinações do código da área de destino (no Brasil, DDD) e, em seguida, é anexado aleatoriamente o restante do número. Portanto, um número de telefone é selecionado conforme o sorteio de 8 dígitos, se for telefone fixo, ou 9 dígitos se for telefone celular.

Desse modo, a discagem aleatória de dígitos permite o planejamento de qual área geográfica será incluída na amostra, por meio do DDD. Nesse contexto, considere uma amostra estratificada em que a subpopulação, ou estrato, seja uma Unidade da Federação (UF). Assim, se o DDD associado ao número escolhido for gerado de forma aleatória, e o número de telefone também, têm-se a utilização de uma AAS em todo o território brasileiro. Entretanto, também é possível que o DDD seja desconsiderado na geração de um número, fazendo com que a amostra seja limitada apenas à UF de realização das chamadas. Esse segundo caso pode ser chamado de AAS local.

Dentre as vantagens da técnica RDD, Lepkowski et al. (2008) destacam que esse é um método de seleção relativamente fácil e barato de se usar e que ainda possibilita um grande aumento da cobertura telefônica. No Brasil, existem mais de 227 milhões de linhas telefônicas,

segundo os dados de 2020 da Anatel (2020a). Em 2005, apenas 40,6 brasileiros tinham telefone para cada 100 habitantes. Já em 2020, os dados mostram o crescimento do acesso a telefonia móvel, em que a cada 100 habitantes, 94,6 têm acesso à uma linha de telefonia móvel (Anatel, 2020a), tornando mais confiável a realização de pesquisas telefônicas.

Como uma grande parte dos números selecionados de forma aleatorizada era considerada não residencial ou não existente, a solução de Cooper (1964) não foi tão eficiente. No entanto, Mitofsky (1970) e Waksberg (1978) aprimoraram a metodologia de amostragem RDD por meio da amostragem de dois estágios, conhecida como o esquema *Mitofsky-Waksberg*, que reduziu consideravelmente a proporção de números não utilizados. Essa metodologia apresentou melhorias com relação à outra porque consistiu em atribuir, de forma não aleatória, os números dados pelas companhias telefônicas aos seus clientes residenciais (Mitofsky, 1970).

Essa técnica também permite que múltiplas estruturas sejam usadas com o intuito de melhorar a eficiência da pesquisa a partir da integração com as listas telefônicas. Desta forma, pode-se gerar uma amostra de números telefônicos por meio do RDD e juntar com números já existentes de uma lista prévia, se estiver disponível. Essa junção pode ser entendida como múltiplas entradas de dados.

Por fim, após a definição da forma de obtenção dos telefones das pessoas que serão amostradas, é importante ter um sistema de gerenciamento para o auxílio durante a coleta de informações para a pesquisa. Segundo Lepkowski et al. (2008), a maioria das entrevistas por telefone utiliza o sistema de entrevista por telefone assistida por computador (ou do inglês *Computer Assisted Telephone Interviewing* - CATI). Nesse tipo de sistema, os entrevistadores leem as perguntas na tela do computador e inserem as respostas nos locais apropriados.

#### **3.2.4 Estimação e peso amostral**

As pesquisas por telefone requerem atenção especial para a ponderação e para o ajuste dos dados. A maioria das pesquisas amostrais utiliza os pesos para a estimação pontual (Lohr, 1999). Na seção 2.3, foi apresentado como os pesos amostrais são usados em caso de amos-

tragem aleatória simples e amostragem estratificada. Nesta seção será abordado o processo de produção de pesos amostrais necessários para gerar estimativas populacionais a partir de dados de amostra por telefone.

Para a construção das estimativas pontuais, têm-se as informações dos pesos amostrais e, às vezes, as probabilidades em que as Unidades Primárias de Amostragem (UPAs) são selecionadas só aparecem por meio dos pesos. O problema é que, só com esses pesos, não é possível fornecer informações sobre o erro padrão das estimativas, e, assim, não será possível a realização de estatísticas inferenciais (Lohr, 1999). Em pesquisas telefônicas, a inferência dos dados amostrais para a população-alvo pode ser feita com a utilização de fórmulas determinadas pelas características do plano amostral e, apesar disso, não existe uma regra definida para o cálculo do peso amostral (Lepkowski et al., 2008).

Além disso, Lepkowski et al. (2008) também explicam que a conexão entre a base de amostragem e a população-alvo é feita por meio da ligação entre os números de telefone e domicílios ou membros do domicílio. Isto faz com que o viés de cobertura se torne um problema comum em pesquisas telefônicas, pois é improvável que toda a população seja acessível durante a realização dessas pesquisas.

Nas pesquisas telefônicas, existem seis formas de ligação:

1. Um-para-um (ou do inglês *one-to-one*): ocorre quando não há como garantir que cada indivíduo da população-alvo possua acesso a apenas uma linha telefônica;
2. Um-para-nenhum (ou do inglês *one-to-none*): quando os números disponíveis na lista telefônica não estão associados a nenhum indivíduo da população-alvo;
3. Nenhum-para-nenhum (ou do inglês *none-to-none*): quando os indivíduos da população-alvo não tem acesso a nenhum número de telefone;
4. Muitos-para-um (ou do inglês *many-to-one*): quando mais de um indivíduo da população-alvo pode ser acessado por um único número de telefone;

5. Um-para-muitos (ou do inglês *one-to-many*): quando indivíduo da população-alvo pode ser acessado por mais de um número de telefone;
6. Muitos-para-muitos (ou do inglês *many-to-many*): quando mais de um indivíduo da população-alvo pode ser acessado por mais de um número de telefone;

Dos problemas citados acima, apenas a ligação um-para-um não contribui para erros na pesquisa, porém Kish (1965a) alerta que as outras cinco situações têm efeitos sobre erros amostrais e não amostrais. Para o segundo caso, o custo da triagem de amostras de telefone para identificar números de telefone não residenciais, contribui para a ineficiência do processo. O uso do RDD pode auxiliar esse tipo de caso inelegível, removendo os números comerciais e não operacionais.

O terceiro caso pode causar um problema de subcobertura e, assim, criar um viés nas médias estimadas, pode ser expressa pelo produto da taxa de subcobertura e das diferenças de médias entre aqueles com e sem telefone (Lessler et al., 1992). Como no caso 5, um membro da amostra com várias entradas disponíveis tem maior chance de inclusão do que membros com apenas uma entrada, isso faz com que esse membro seja super-representado na amostra. Esse problema pode ser corrigido diminuindo o peso da amostra anexado ao registro de domicílios com múltiplos telefones para compensar essa sobre-representação (Lepkowski et al., 2008).

No caso 4, várias pessoas vivem em um domicílio ligado a apenas um número de telefone. Se for o caso de todos os moradores do mesmo domicílio serem entrevistados, as respostas podem ser semelhantes entre os respondentes devido a uma correlação intraclasse positiva, fazendo com que o erro amostral aumente (Kish, 1965a). Esse problema pode ser corrigido selecionando aleatoriamente apenas um membro do domicílio, porém, essa subamostragem pode criar uma super-representação de famílias menores. Deste modo, os pesos podem ser corrigidos por um fator proporcional ao número de pessoas no domicílio.

Por fim, o último caso possui as mesmas implicações do cenário muitos-para-um e a solução mais usual é multiplicar o peso da amostra pelo número de respondentes da mesma família e

dividir pelo número de entradas (linhas telefônicas) ou então um peso de ajuste combinado de 3 para 2.

### 3.2.5 Viés de não resposta

Como abordado anteriormente, a pesquisa telefônica tem a desvantagem do viés causado pela não resposta. Esse viés ocorre pelo alto número de chamadas recusadas pelos indivíduos, isto é, um indivíduo que foi selecionado para realizar a pesquisa pode não participar. Além disso, a interrupção da entrevista no meio também pode ser mais frequente e, ainda, avanços tecnológicos, como o uso de identificação de chamadas aumentam as possibilidades de não resposta (Nathan, 2001). Desse modo, na grande maioria dos casos, esse indivíduo pode ser substituído por outro mais conveniente, fazendo com que o perfil de respondentes e de não respondentes seja diferente.

Entre os motivos associados a esse aumento das taxas de não resposta estão o aumento do uso de dispositivos tecnológicos (secretárias eletrônicas, reencaminhamento de chamadas, linhas telefônicas polivalentes) e o aumento da prevalência de solicitação telefônica, já identificada como potencial problema para essas pesquisas (Biel, 1967). O efeito que as chamadas conduzidas por operadores de telemarketing tem pode reduzir as taxas de resposta nas pesquisas e isso pode ser visto como um sério desafio não totalmente abordado pelos pesquisadores Nathan (2001).

Alguns métodos podem ser adotados com o objetivo de minimizar esse viés. Antigamente, dispositivos de triagem automatizados foram desenvolvidos para identificar números de telefone conectados a gravações que indicam se eles não estão em serviço (Tucker et al., 2002).

Além disso, a baixa taxa de resposta também pode estar associada a alguns fatores, como o horário e o dia de execução da ligação, o tema da pesquisa, o instituto responsável pela pesquisa, etc. Portanto, alguns planejamentos de gerenciamento podem ser adotados durante a execução da pesquisa com o objetivo de reduzir esse viés. Por exemplo, agendar a pesquisa com a população-alvo, treinar os funcionários com algumas rotinas - como definir o número de

tentativas de chamadas e o tempo entre as tentativas -, elaborar uma explicação para o entrevistado entender a importância da pesquisa, incentivos monetários, etc (Sangster, 2003).

Segundo Groves et al. (2001), não existe uma única definição para o cálculo da taxa de resposta, essa definição depende do pesquisador e do objetivo da pesquisa. Algumas definições, dadas por (AAPOR, 2016), são importantes para o cálculo da taxa de resposta, como:

- RR: taxa de resposta (ou do inglês *Response Rate*);
- I: entrevista completa;
- P: entrevista parcial;
- R: recusa ou ligação interrompida;
- NC: sem contato;
- O: outro;
- UH: elegibilidade desconhecida devido ao domicílio;
- UO: desconhecido por outros motivos; e
- *e*: proporção estimada de casos de elegibilidade desconhecida, mas que são elegíveis.

Deste modo, AAPOR (2016) define 6 tipos de taxa de resposta. A taxa de resposta mínima,  $RR1$ , é entendida como o número de entrevistas completas dividido pela soma do número de entrevistas ( $I + P$ ) mais o número de não entrevistas ( $R + NC + O$ ) mais todos os casos de elegibilidade desconhecida ( $UH + UO$ ), definida por:

$$RR1 = \frac{I}{(I + P) + (R + NC + O) + (UH + UO)} \quad (3.1)$$

A taxa de resposta 2,  $RR2$ , considera as entrevistas parciais como respondentes, na forma:

$$RR2 = \frac{I + P}{(I + P) + (R + NC + O) + (UH + UO)} \quad (3.2)$$

Já a taxa de resposta 3,  $RR3$ , supõe que uma proporção dos casos de elegibilidade desconhecida é na verdade elegível. Ressalta-se que, para a estimação do  $e$ , faz-se necessária uma orientação prévia de informações científicas disponíveis sobre qual parcela dos casos elegíveis constitui os casos desconhecidos, e que não se deve selecionar uma proporção para aumentar a taxa de resposta.

$$RR3 = \frac{I}{(I + P) + (R + NC + O) + e(UH + UO)} \quad (3.3)$$

Observa-se que, quando  $e = 1$ ,  $RR3 = RR1$ . Nesse caso, considera-se que todos os casos são de elegibilidade desconhecida, e pode-se utilizar a estimativa de  $\hat{p}_i$  na etapa de ajuste de não resposta no cálculo de  $w_i$ , em 3.9. Dessa forma, não é preciso se basear em experiências anteriores para a estimação da propensão de resposta na amostra.

A taxa de resposta 4,  $RR4$ , aloca casos de elegibilidade desconhecida como em  $RR3$ , mas também inclui entrevistas parciais como respondentes em  $RR2$ , ou seja:

$$RR4 = \frac{I + P}{(I + P) + (R + NC + O) + e(UH + UO)} \quad (3.4)$$

A  $RR5$  é um caso especial da taxa de resposta 3: quando  $e = 0$ . É importante observar que isso ocorre quando não há casos de elegibilidade desconhecida ou, mais provável, quando não há casos elegíveis entre os casos de elegibilidade desconhecida.

$$RR5 = \frac{I}{(I + P) + (R + NC + O)} \quad (3.5)$$

Por fim, a  $RR6$  possui a mesma suposição que a  $RR5$  na sua definição, mas também considera as entrevistas parciais no numerador:

$$RR6 = \frac{I + P}{(I + P) + (R + NC + O)} \quad (3.6)$$

Mais informações sobre as outras taxas de resposta podem ser encontradas em AAPOR (2016).

### 3.3 Pesquisas por e-mail

Os desenvolvimentos tecnológicos estão deixando a condução de pesquisas telefônicas mais caras e difíceis (Tourangeau et al., 2004). Isso ocorre em decorrência do aumento do número de dispositivos celulares que dificultam o contato com as pessoas por telefone (como o uso de secretárias eletrônicas, o identificador de chamadas e o bloqueio de chamadas), resultando na redução das taxas de repostas e no aumento dos custos de coleta de dados. Dado esse cenário, a pesquisa por *e-mail* é considerada uma alternativa menos custosa que a pesquisa por telefone (Schonlau et al., 2004), já que não necessita de entrevistadores.

Além disso, essa modalidade de coleta de dados pode oferecer propriedades de medição atraentes, pois permite a integração com outras tecnologias computacionais (Fricker et al., 2005). Por exemplo, a auto-entrevista com áudio assistida por computador (ou do inglês *Audio Computer-Assisted Self-Interviewing - ACASI*) é bastante popular em pesquisas que tradicionalmente usam entrevistas presenciais; e a resposta de voz interativa (ou do inglês *interactive voice response - IVR*) é um método automatizado para coletar os dados por telefone. Deste modo, as pesquisas por *e-mail* combinam os benefícios da automação com os da autoadministração, trazendo vantagens a partir de auxílio interativo e monitores de áudio e vídeo complexos.

É importante ressaltar que a disponibilização do questionário *online* é a forma de coleta. Entretanto, após essa disponibilização, fica a critério do pesquisador a forma de divulgação dessa pesquisa, como disponibilizar o *link* nas redes sociais ou enviar o convite para a pesquisa por meio do *e-mail*. Primeiramente, essa aplicação de instrumentos virtuais para o levantamento de dados foi aderida pelos institutos de pesquisa de marketing, opinião e mídia e mais recentemente tem sido utilizada em pesquisas acadêmicas (Faleiros et al., 2016; Wachelke et al., 2014; USP, 2020).

No entanto, assim como a pesquisa por telefone, essa forma de coleta *online* possui limitações e particularidades que podem ocasionar erros de medição que serão discutidas nas próximas sessões.

### 3.3.1 Erros de não observação

Como toda pesquisa amostral, as potenciais fontes de erros podem afetar as estimativas nas pesquisas por *e-mail*, prejudicando as análises inferenciais. Devido à falta de controle sobre os respondentes da pesquisa, esse modo de coleta está sujeito ao risco de se observar apenas uma parte da população. Nesse contexto, Groves (1989) define os erros de não observação como uma fonte maior de erro formada pelos erros de cobertura, amostragem e não resposta, também apresentado na Figura 2.1.

As pesquisas *online* apresentam uma taxa de cobertura da população bem menor do que as pesquisas telefônicas, ocasionando no viés de cobertura (Fricker et al., 2005). A realização desse tipo de pesquisa depende de recursos tecnológicos e de boa qualidade da rede e, dada a realidade de cada lugar, pode ocorrer de uma parcela da população não ter acesso à pesquisa. No Brasil, as estimativas mais recentes levantadas pelo IBGE mostram que, em 2019, 78,3% da população de 10 anos ou mais teve acesso à *internet*, correspondendo a um crescimento de 13,6% com relação ao ano de 2016 (IBGE, 2020a).

Apesar desse crescimento do acesso à *internet*, sabe-se que essa não é uma realidade de toda a população brasileira. Esses dados levantados pelo IBGE (2020a) mostram que as pessoas que não tem acesso a *internet* têm maiores chances de pertencerem a classes econômicas mais baixas, estudantes de escolas públicas, pessoas com idade mais avançada, pessoas sem instrução e moradores de áreas rurais. Outra fonte de não resposta pode ser proveniente de problemas técnicos como velocidade lenta de *internet*, conexões não confiáveis, altos custos de conexão e instruções de navegação pouco claras que podem frustrar os entrevistados (Bethlehem, 2010).

Conseqüentemente, a pesquisa deixa de ser uma amostragem probabilística e este método pode não ser tão eficiente por conta dos vieses causados pela não resposta. Fricker Jr e An-

derson (2015) apresentam uma possível solução para este problema, que é utilizar algum outro método para gerar uma amostra probabilística, como o RDD gerando números de telefones e, em seguida, entrar em contato com as pessoas que foram selecionadas nessa amostra com o objetivo de informá-las e tentar convencê-las a participar da pesquisa. Porém, se o entrevistador já entrou em contato com a pessoa por telefone, pode-se questionar por que não continuar a pesquisa por este meio.

Outra fonte de erro é a baixa taxa de resposta. Principalmente em casos em que não se tem conhecimento sobre o total amostral da base de dados, medir o impacto causado pela não resposta é considerado uma tarefa difícil (Wiebe et al., 2001). Porém, nos casos que se tem conhecimento sobre esse total, possibilitando o cálculo da taxa de não resposta, é muito comum que essas taxas sejam baixas (Couper, 2000). Geralmente, essas baixas taxas de respostas estão associadas ao processo de coleta de dados: contactar os selecionados para a amostra (por *e-mail*), fazer com que acessem o questionário da pesquisa e persuadi-los a terminar de preencher o questionário (Fricker Jr e Anderson, 2015).

Além disso, um estudo feito por Manfreda e Vehovar (2002) mostrou que, dentre as pessoas selecionadas para participar da pesquisa, a porcentagem de convites não entregues variou de 1% a 20%, dependendo da população. Com o estudo também foi possível observar que, dentre as pessoas que receberam o convite, muitos não conseguiram acessar os formulários, sendo esse percentual bastante variável entre 1% e 96%. Ademais, a taxa de falha de obtenção desse contato é bem maior quando esses *e-mails* são digitados pelos próprios respondentes do que pelos recrutadores ou de quando são obtidos de uma lista já existente.

Todos esses exemplos corroboram para baixas taxas de resposta. Portanto alguns autores como Cook et al. (2000); Manfreda e Vehovar (2002); Schonlau et al. (2003) fazem algumas sugestões a serem levadas em consideração durante o planejamento da pesquisa com o intuito de maximizar essa taxa. Deve-se enviar uma pré-notificação de um *e-mail*, de preferência, institucional, apresentando a pesquisa para que fique claro que se trata de uma fonte confiável. Ultimamente, existem muitos *links* mal intencionados, levando as pessoas a evitarem clicar em

conteúdos de origem desconhecida. Também é recomendado oferecer incentivos, monetários ou de outros tipos, para que as pessoas aceitem participar do estudo.

Outra forma de dar maior credibilidade ao convite é disponibilizar os contatos da equipe, como *e-mails*, telefones ou o *site*, caso exista. Evitar enviar sucessivos convites também se encaixa nessas recomendações, pois é muito desagradável ser importunado diversas vezes por algum desconhecido. Por fim, se planejar para enviar o formulário em dias úteis e em horários comerciais (Torini, 2016), sendo segunda-feira pela manhã o dia mais indicado.

Além da baixa taxa de resposta, o viés de seleção causado pela seletividade da amostra também pode colaborar para a falta de credibilidade da pesquisa. Isto ocorre porque neste caso as pessoas podem escolher com mais facilidade entre participar ou não e, ainda, abandonar o estudo em andamento (Wachelke et al., 2014). Além disso, a pessoa pode deixar para responder mais tarde e acabar esquecendo, enquanto na pesquisa por telefone tem a questão do entrevistador já estar ali para fazer as perguntas, então é esperado que a maioria das pessoas aceitem participar da pesquisa.

Outro problema desse tipo de viés é que as pessoas tendem a querer participar da pesquisa quando o assunto é de interesse delas (Wachelke et al., 2014). Por exemplo, em uma pesquisa de satisfação sobre um determinado produto, uma pessoa insatisfeita provavelmente vai querer participar da pesquisa para poder reclamar desse produto, enquanto uma pessoa que não tem nada a declarar pode deixar de responder por não achar importante. Portanto, as respostas podem levar a conclusões que devem ser analisadas com cautela.

Embora os problemas listados na pesquisa via *e-mail* sejam comuns, a pesquisa também possui vantagens que podem ser consideradas na hora de escolher entre os métodos de coleta, mais especificamente o telefone. Portanto, a seção 3.5 comparará as vantagens e desvantagens dos métodos de coleta por telefone e por *e-mail*.

### 3.4 Formas de ponderação

Durante a realização das ligações telefônicas, podem ocorrer casos de recusa a participar da pesquisa, chamadas ocupadas ou não atendidas, dentre outras ocorrências que impedem que uma ligação para número selecionado resulte em pesquisa concluída. Já no caso das pesquisas por *e-mail*, podem ocorrer recusas, endereços inválidos, dentre outras. Portanto, deve-se diminuir o viés causado pelos diferentes padrões de não resposta na amostra, e para isso, faz-se necessário considerar esse fator no cálculo do peso amostral, por meio de ajustes que podem ser feitos com a ponderação.

Para a solução dos problemas amostrais citados para a obtenção de estimativas mais confiáveis e representativas, utiliza-se o peso amostral, definido na seção 2.3 como o inverso da probabilidade ajustada de selecionar os dados de um respondente. O inverso dessa probabilidade, conhecido como peso base  $B_i$ , é frequentemente ajustado para levar em conta o desequilíbrio da amostra que surge durante o processo de realização da pesquisa. Mais de um ajuste de peso base pode ser aplicado e todos são multiplicativos (Lepkowski et al., 2008), e a combinação dos seguintes componentes pode ser usada na produção de um conjunto de pesos para o respondente  $i$ , conforme os passos listados a seguir.

1.  $B_i$ : Peso básico

Também conhecido como o peso amostral associado ao  $i$ -ésimo indivíduo, definido em (2.22) para AAS ou (2.25) para AE;

2.  $A_{hi}^{(cob)}$ : Ajuste de não cobertura

Calculado para subdivisões da população definidas com base em características que estão correlacionadas com a probabilidade de possuir ou não serviço telefônico. Para o  $i$ -ésimo indivíduo na  $h$ -ésima subpopulação, esse ajuste pode ser calculado pela forma

$$A_{hi}^{(cob)} = \frac{1}{\hat{c}_h} \quad (3.7)$$

onde  $\hat{c}_h$  é a taxa de cobertura de telefone estimada;

3.  $A_{hi}^{(nr)}$ : Ajuste de não resposta, definido por

$$A_{hi}^{(nr)} = \frac{1}{\hat{p}_i} \quad (3.8)$$

em que  $\hat{p}_i$  é a propensão de resposta estimada para o indivíduo  $i$ , obtida com base em experiências anteriores de não resposta da amostra;

4.  $A_{hi}^{(cal)}$ : Ajuste de calibração dos pesos

O último passo, que consiste em ajustar a amostra ponderada para a distribuição da população com base em um conjunto de variáveis categóricas. A calibração pode ser feita de duas maneiras:

- Pós-estratificação (ou ponderação): feita para a obtenção da distribuição conjunta da população, que pode ser obtida por meio de fonte externa com base em variáveis pré-definidas;
- Ajuste proporcional iterativo (ou do inglês *raking*): ajuste feito nas distribuições marginais conjuntas da população com base nas variáveis de calibração.

Desse modo, depois da realização de todos os ajustes citados acima, o peso final associado ao  $i$ -ésimo respondente ( $w_i$ ) é obtido a partir do peso básico  $B_i$  multiplicado pelo produto dos pesos calculados em cada etapa de ajuste:

$$w_i = B_i \times A_{hi}^{(cob)} \times A_{hi}^{(nr)} \times A_{hi}^{(cal)} \quad (3.9)$$

Para o caso da amostragem estratificada, essas etapas são repetidas e os pesos são aplicados para cada estrato. Além disso, a pós-estratificação é implementada por meio da definição de uma classificação cruzada das variáveis de calibração categóricas. Lepkowski et al. (2008)

define esse ajuste a partir do cálculo para a  $h$ -ésima célula do ajuste, obtido por:

$$A_{hi}^{(cal)} = \frac{N_h}{\sum_{i=1}^{n_h} w_{hi}} \quad (3.10)$$

onde  $N_h$  é a contagem da população na  $h$ -ésima célula de calibração, de forma que  $N = \sum_{h=1}^H N_h$  é o tamanho total da população,  $w_i$  é o peso final obtido pelo  $i$ -ésimo indivíduo da amostra e, por fim,  $n_h$  é o tamanho amostral na  $h$ -ésima célula de ajuste, com  $h = 1, \dots, H$ .

O processo de ponderação da amostra realizada na PNAD COVID19 (IBGE, 2020f) é parecido com este processo descrito por (Lepkowski et al., 2008) e, mais especificamente o ajuste de calibração dos pesos, passo 4, é feito por meio da pós-estratificação. Na PNAD COVID19, os pós-estratos considerados correspondem à distribuição conjunta por sexo e faixa etária com o objetivo de refletir a estrutura demográfica da população brasileira por Unidade da Federação. Para isso, utiliza-se os totais populacionais disponibilizados pela Coordenação de População e Indicadores Sociais (IBGE, 2018). Este processo será visto mais detalhadamente a seguir.

### 3.4.1 Pós-estratificação

Este procedimento consiste em reponderar a amostra de forma que os pesos ajustados possam corrigir a não-resposta (Little, 1986). Portanto, o principal objetivo da pós-estratificação é ajustar os totais amostrais de forma que essas características, obtidas na amostra, reflitam o total populacional. Para isso, o ajuste de calibração dos pesos finais é feito a partir da classificação cruzada das variáveis de calibração categóricas (Lepkowski et al., 2008). Pode ocorrer que os cruzamentos dessas variáveis de calibração resulte em contagens muito baixas, como menos de 30 respondentes na célula cruzada, então Kish (1965b) recomenda que algumas células sejam agregadas para que assim a variação devido ao ajuste seja controlada.

A partir desses totais populacionais, pode-se ajustar o total obtido na amostra (Tabela 3.2) conforme a a distribuição populacional apresentada na Tabela 3.1, considerando por exemplo as variáveis de calibração sexo e faixa etária. Assim, o novo total ajustado para a faixa1 e o

sexo masculino será dado por  $\frac{N_{11}}{N} / \frac{n_{11}}{n}$ , por exemplo. Este procedimento envolve apenas uma iteração, em que o novo total ponderado da amostra segue proporcionalmente a população alvo.

**Tabela 3.1:** Exemplo de uma distribuição conjunta para a população

Faixa etária	Sexo		Total
	Homem	Mulher	
faixa1	$N_{11}$	$N_{12}$	$N_{1\cdot}$
faixa2	$N_{21}$	$N_{22}$	$N_{2\cdot}$
faixa3	$N_{31}$	$N_{32}$	$N_{3\cdot}$
Total	$N_{\cdot 1}$	$N_{\cdot 2}$	$N$

**Tabela 3.2:** Exemplo de uma distribuição conjunta para a amostra

Faixa etária	Sexo		Total
	Homem	Mulher	
faixa1	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1\cdot}$
faixa2	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2\cdot}$
faixa3	$n_{31}$	$n_{32}$	$n_{3\cdot}$
Total	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	$n$

Entretanto, quando não é possível calibrar a amostra com os totais cruzados de variáveis populacionais, utiliza-se o método *raking*. Este método tem uma abordagem baseada em uma modelagem que usa totais conhecidos da população (geralmente censitários), que ajusta os pesos da amostragem de forma que os valores marginais de uma tabela somem esses totais conhecidos (Fricker Jr e Anderson, 2015). Para isso, o algoritmo calcula a estimativa de pesos em cada conjunto das variáveis de calibração até que eles convirjam com uma certa precisão, como será visto a seguir.

### 3.4.2 Método *Raking*

Assim como a pós-estratificação, o *raking* é um método utilizado para ajustar os pesos amostrais de forma que eles reflitam o total populacional, possibilitando análises inferenciais sobre a população-alvo. Este método será utilizado para atenuar o viés de não resposta apresentado nesta dissertação. Este processo iterativo utiliza os totais populacionais conhecidos para calibrar

os pesos amostrais, de modo que os valores marginais da tabela obtida na amostra ponderada somem esses totais conhecidos da população.

O algoritmo básico de *raking* é descrito em termos dos pesos individuais -  $w_i$ , com  $i = 1, 2, \dots, n$  (Battaglia et al., 2009). Para uma amostra não ponderada (ou seja, igualmente ponderada), pode-se simplesmente considerar que os pesos iniciais são 1 para cada unidade amostral. Seja uma classificação cruzada com  $L$  linhas e  $C$  colunas e considere que a soma de  $w_i$  na célula  $(l, c)$  por  $w_{lc}$ . Para indicar uma soma adicional, substitua um subscrito por um sinal  $+$ . Assim, os totais iniciais das linhas e das colunas dos pesos amostrais são  $w_{l+}$  e  $w_{c+}$ , respectivamente. De forma análoga, os totais de controle de população são denotados por  $T_{l+}$  e  $T_{+c}$ .

Esse algoritmo iterativo produz pesos modificados, cujas somas são denotadas por um  $m$  que é adequadamente subscrito e que possuem um sobrescrito entre parênteses para o número da etapa. Assim, nas duas variáveis de classificação cruzada  $m_{lc}^{(1)}$ , têm-se a soma dos pesos modificados na célula  $(l, c)$  no final da Etapa 1. Suponha que a iteração se inicie combinando os totais de controle para as linhas,  $T_{l+}$ , as etapas iniciais do algoritmo são:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{lc}^{(0)} = w_{lc}, \text{ com } l = 1, \dots, L; c = 1, \dots, C; \\ m_{lc}^{(1)} = m_{lc}^{(0)} (T_{l+}/m_{l+}^{(0)}), \text{ para cada } c \text{ dentro de cada } l; \\ m_{lc}^{(2)} = m_{lc}^{(1)} (T_{+c}/m_{+c}^{(1)}), \text{ para cada } l \text{ dentro de cada } c. \end{array} \right.$$

Esses fatores de ajuste, definidos por Battaglia et al. (2009),  $T_{l+}/m_{l+}^{(0)}$  e  $T_{+c}/m_{+c}^{(1)}$ , são aplicados aos pesos individuais, que podem ser denotados por  $m_i^{(2)}$ , por exemplo. No processo iterativo, uma iteração une linhas e colunas, ou seja, para iterações  $s$ , em que  $s = (0, 1, \dots)$ , pode-se escrever:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{lc}^{(2s+1)} = m_{lc}^{(2s)} (T_{l+}/m_{l+}^{(2s)}); \\ m_{lc}^{(2s+2)} = m_{lc}^{(2s+1)} (T_{+c}/m_{+c}^{(2s+1)}). \end{array} \right.$$

Portanto, este algoritmo faz com que a estimativa dos pesos em cada par de variáveis sejam

calculados repetidamente, até que os pesos convirjam e o algoritmo possa ser encerrado. Deste modo, o método garante que os totais ponderados obtidos da amostra correspondam exatamente aos totais populacionais (Fricker Jr e Anderson, 2015), atribuindo os pesos de forma adequada a cada respondente. Pode-se visualizar nas Tabelas 3.3 e 3.4 os totais marginais da população e da amostra, que são o critério de parada para o algoritmo.

**Tabela 3.3:** Exemplo de uma distribuição marginal para a população

Faixa etária	Sexo		Total
	Homem	Mulher	
faixa1			$N_{1.}$
faixa2			$N_{2.}$
faixa3			$N_{3.}$
Total	$N_{.1}$	$N_{.2}$	$N$

**Tabela 3.4:** Exemplo de uma distribuição marginal para a amostra

Faixa etária	Sexo		Total
	Homem	Mulher	
faixa1			$n_{1.}$
faixa2			$n_{2.}$
faixa3			$n_{3.}$
Total	$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n$

### 3.4.3 Efeito da ponderação

Com a ponderação da amostra, os pesos atribuídos a cada indivíduo  $i$  serão resultados de vários ajustes. Entretanto, esses ajustes feitos na amostra para corrigir os vieses de não resposta podem ter um efeito diferente na precisão e na redução do viés para uma estimativa populacional (Valliant, 2004). Esse é o preço a ser pago pela robustez do modelo corrigido, devido à variação baseada no desenho amostral ser geralmente maior do que a variação baseada em um modelo (Lohr, 1999), ocasionando na perda por ponderação.

A perda de precisão por efeito dos ajustes dos pesos amostrais por calibração ou *raking* (perda por ponderação), é definida por Heeringa et al. (2010) como a inflação na variância das estimativas da amostra que pode ser atribuída à ponderação. Kish (1965a) introduziu a definição a partir do contexto da amostragem estratificada proporcional, que representa o aumento proporcional da variância das médias, dado por:

$$L_w(\bar{y}) \simeq \frac{\sigma^2(w)}{\bar{w}^2} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n w_i^2}{(\sum_{i=1}^n w_i)^2} n \right) - 1 \quad (3.11)$$

onde  $w$  é a variável com peso amostral e  $n$  é o tamanho da amostra.

Quando  $L_w(\bar{y}) < 1$ , significa que os pesos ajustados estão inflando a variância amostral (Heeringa et al., 2010).

Essa fórmula representa o aumento proporcional nas variâncias de médias e proporções, ignorando qualquer agrupamento que possa ser incluído no plano amostral, e considera as seguintes suposições:

- A alocação proporcional é o projeto estratificado ideal, ou seja, as variâncias de  $y$  são aproximadamente iguais em todos os estratos; e
- Os pesos não estão correlacionados com os valores da variável aleatória  $y$ .

### 3.5 Comparação entre as pesquisas por telefone e por e-mail

Foi abordado neste trabalho que as duas formas de coleta apresentam vantagens e desvantagens que podem ser critérios de escolha para o pesquisador durante o processo de definição do método de coleta. Ademais, as fontes de vieses podem vir de diferentes formas em cada pesquisa, sendo mais ou menos vantajosa dependendo dos aspectos negativos a serem considerados. A Tabela 3.5 é uma adaptação de Torini (2016) que sintetiza as principais fontes de vieses da pesquisa por telefone em comparação com as pesquisas por *e-mail* e presencial, sendo que as fontes 11 e 12 se referem às adições feitas nessa dissertação.

**Tabela 3.5:** Comparação das fontes de vieses em entrevistas por telefone, *e-mail* e presenciais

Caso	Fonte de viés	Entrevista por telefone	Entrevista por e-mail	Entrevista presencial
1	Garantia de anonimato	Média	Baixa	Alta
2	Questões de difícil entendimento	Média	Alta	Baixa
3	Uniformidade das mensurações	Média	Baixa	Alta
4	Conhecimento das questões antes de responder	Baixa	Alta	Baixa
5	Fraude do entrevistador	Baixa	Baixa	Alta
6	Dificuldade de supervisão e controle	Média	Baixa	Alta
7	Influência do entrevistador	Alta	Baixa	Alta
8	Falta de sinceridade nas respostas	Média	Alta	Baixa
9	Falta de atenção	Média	Alta	Baixa
10	Consistência da base de dados	Alta	Baixa	Alta
<b>11</b>	<b>Falta de motivação para concluir a entrevista</b>	<b>Baixa</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixa</b>
<b>12</b>	<b>Poder de escolha do entrevistado de participar ou não</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixa</b>

No caso de questões mais sensíveis, a pesquisa por *e-mail* pode ser preferível em relação a por telefone ou presencial por causa da privacidade do entrevistado, como visto no Caso 1 da Tabela 3.5. Isso pode ocorrer porque as pessoas tendem a se sentir mais confortáveis para responder determinada pergunta atrás de uma tela do que na frente do entrevistador. Porém, essa impessoalidade também pode ser um aspecto negativo em casos que a pessoa pode escolher não

participar da pesquisa ou parar de responder as perguntas antes de completar o formulário, devido à praticidade de simplesmente escolher não participar ou de abandonar o questionário (Torini, 2016), ocasionando os casos 11 e/ou 12. Já nas pesquisas por telefone os entrevistadores podem usar recursos persuasivos para convencer o entrevistado a participar e/ou seguir com a entrevista.

Quando há falta de compreensão do entrevistado durante uma pesquisa por *e-mail*, Caso 2, não há possibilidade de confirmação se o entrevistado de fato compreendeu a pergunta. Portanto essa é uma fonte muito comum de viés. Entretanto, no caso de interação entre entrevistador e entrevistado, há o caso em que o entrevistador tenta explicar a pergunta de uma forma que possa interferir na pesquisa, enviesando a resposta obtida, Caso 7.

Torini (2016) também aborda que nas pesquisas realizadas por *e-mail* há maior possibilidade de o respondente conhecer as perguntas do questionário com antecedência e, assim, se preparar melhor para responder o que ele considera certo, acarretando o Caso 4. Outra fonte de viés nas pesquisas sem interação entre o entrevistador e o entrevistado é a falta de sinceridade nas respostas, Caso 8, já que o entrevistador não está presente para questionar incoerências nas respostas. No caso da pesquisa por telefone, o entrevistador pode fazer esses questionamentos, porém a distância proporcionada pelo telefone pode levar o entrevistado a responder com menos sinceridade. O mesmo pode acontecer quando há falta de atenção, no Caso 9.

A consistência da base diz respeito à forma automatizada que a coleta de dados é feita. As pesquisas por *e-mail* são realizadas por meio de ferramentas disponibilizadas de forma *online*, o que garante a consistência dos dados obtidos. As pesquisas presenciais e por telefone podem ou não utilizar esse tipo de ferramenta de coleta, e em casos de questionários em papel, a pesquisa está sujeita a erro humano durante a tabulação dos dados.

Além disso, um dos pontos positivos da utilização dos questionários *online* é a possibilidade de predefinição automática de pulos e saltos de lógica, diminuindo a probabilidade de ocorrência de erros de fluxo durante a aplicação. Em situações em que não há o auxílio dessa ferramenta de coleta nas pesquisas telefônicas e presenciais, necessita-se que o entrevistador

### *§3.5. Comparação entre as pesquisas por telefone e por e-mail*

fique mais atento durante a execução desses pulos de acordo com as respostas dos entrevistados, portanto também está sujeita a erro humano. Também há a possibilidade de se utilizar essa ferramenta para o controle das respostas, de forma a evitar fraudes e respostas incoerentes.

Vistas as fontes de vieses em cada pesquisa, pode-se avaliar as vantagens e desvantagens de cada pesquisa para que esta seja realizada de forma que esses vieses sejam minimizados.

# Capítulo 4

## Materiais e Métodos

### 4.1 Introdução

Em dezembro de 2020, o Ministério da Educação publicou a portaria nº 1038 (MEC, 2020) informando sobre a possibilidade de volta às aulas presenciais nas universidades federais no início do ano de 2021. Devido à situação da pandemia do coronavírus no Brasil, ter conhecimento sobre a opinião dos alunos da Universidade de Brasília (UnB) a respeito desse comunicado tornou-se crucial, uma vez que poderia permitir um melhor planejamento por parte da UnB para a retomada das aulas presenciais. Portanto, o estudo proposto nesta dissertação trata sobre a opinião dos alunos de pós-graduação da UnB com relação à volta das aulas presenciais.

Para a coleta de informações acerca deste tema, realizou-se um estudo de caso, dividido em duas partes: pesquisa por telefone e por *e-mail*. Lembrando que um dos objetivos dessa dissertação é avaliar se a pesquisa por telefone consegue capturar o parâmetro de interesse (idade média e a proporção de estudantes do sexo masculino) por meio de estimativas intervalares e comparar os resultados com a pesquisa por *e-mail*. Além disso, serão apresentadas algumas formas de ponderação, ou seja, formas de atribuir pesos diferentes às respostas obtidas para fins comparativos. Assim, este Capítulo apresenta os materiais e os métodos utilizados para cumprir tais objetivos.

## 4.2 Materiais

A base de dados desidentificada dos 8.926 alunos da pós-graduação da Universidade de Brasília foi disponibilizada pela Secretaria de Administração Acadêmica - SAA em Fevereiro de 2021. Neste cadastro, duas informações importantes estavam disponíveis: o número de telefone e o *e-mail* desses alunos, o que possibilitou a realização dos dois estudos. Além disso, foi solicitada, em uma tabela separada, a idade média dos alunos e o percentual de estudantes do sexo masculino.

Para a realização das pesquisas, foi elaborado um questionário por meio da ferramenta gratuita de coleta e mensuração de dados da *Google*, o *Google Forms*. As perguntas presentes nesse formulário - que foi utilizado nas duas pesquisas - foram separadas em duas partes: as 4 primeiras perguntas se tratavam de informações que já se tinha o conhecimento prévio sobre a resposta nos dados fornecidos pelo SAA (sexo e idade); e as 2 últimas sobre o que não se tinha informação. As perguntas feitas foram:

- *E-mail*, para controle das respostas;
- Sexo;
- Idade;
- Colégio ao qual o curso de pós-graduação pertence segundo a CAPES (2019);
- Se o(a) estudante se sentiria seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB, caso as aulas voltassem em março e 2021 conforme a portaria nº 1038 do MEC;
- Caso a resposta da pergunta acima tenha sido negativa, qual o motivo:
  - Não me sinto seguro(a);
  - Moro com pessoa(s) do grupo de risco;
  - Não acho que a UnB esteja segura;

- Esperarei ser vacinado(a); ou
- Outros.

Em geral, as pessoas podem desistir de participar da pesquisa a partir do momento que a pergunta de identificação é obrigatória e, por esse motivo, a identificação do aluno, pelo endereço de *e-mail*, não foi considerada uma pergunta obrigatória. Além disso, para a participação em ambas as pesquisas era necessário pertencer à população-alvo e estar de acordo em participar. Portanto, foram feitas duas perguntas de checagem no início: “Você é estudante de pós-graduação da Unb?” e “Você aceita participar da pesquisa?”.

Primeiramente, seguindo os passos de Pereira et al. (2019), foi enviado um *e-mail* com o *link* do questionário e os esclarecimentos sobre a pesquisa para os estudantes selecionados. Para reforçar a solicitação, enviou-se um segundo *e-mail* para os que não haviam respondido com o intuito de aumentar o número de respostas. Os *e-mails* foram enviados a partir do *e-mail* institucional da autora para que os alunos confiassem na pesquisa. Utilizou-se o *Software SAS* 9.4 para o envio direto e automatizado dos *e-mails*, evitando assim, erros de digitação. Após a finalização dessa pesquisa, foi realizado o mesmo estudo, com a mesma amostra selecionada anteriormente, só que por telefone, permitindo a análise do efeito do modo de coleta.

O objetivo de aplicar essas perguntas já conhecidas no estudo foi identificar se, com as técnicas de calibração, o parâmetro populacional pôde ser capturado nas estimativas intervalares. Além disso, outro objetivo foi o de identificar qual método de ponderação permite o melhor ajuste das estimativas no sentido de aproximar os resultados amostrais da população observada.

### 4.3 Métodos

A seleção dos estudantes foi feita por meio de amostragem estratificada com alocação proporcional pelos colégios relacionados aos cursos de pós-graduação “Ciências da vida”, “Ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar” e “Humanidades”, conforme apresentado no Anexo A.

### 4.3.1 Seleção da amostra

Como a realização das entrevistas por telefone demanda tempo e possui um custo por ligação, o cálculo do tamanho da amostra foi planejado considerando as restrições de duração e de orçamento. Assim, o tamanho da amostra foi pensado de forma que fosse de um tamanho razoável enquanto garantisse a representatividade com um erro amostral de 7%.

Para este cálculo, foi utilizada a Equação A.49. Sabe-se que  $\sum_{h=1}^H W_h = 1$  e, utilizando a variância máxima, ou seja,  $p_h = 0,5$ , a expressão se reduz à fórmula da AAS, dada em A.19. Para  $\alpha = 0,05$ ,  $\varepsilon = 0,07$  e com a correção de população finita - apresentada em A.31 - obteve-se o tamanho da amostra  $n = 192$ . A Tabela 4.1 apresenta os colégios e as seguintes variáveis: tamanho da população, da amostra, peso do estrato e da amostra.

**Tabela 4.1:** Distribuição da população e amostra segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília.

Colégio	População ( $N_h$ )	Peso do Estrato ( $W_h$ )	Amostra ( $n_h$ )	Peso Amostral ( $w_h$ )	$n_h \times w_h$
Ciências da vida	2.238	0,25	48	46,63	2.238
Ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar	2.730	0,31	59	46,27	2.730
Humanidades	3.958	0,44	85	46,56	3.958
Total	8.926	1,00	192		8.926

Utilizando a expressão A.41, cada estrato ficou com  $n_h$  igual a:

$$n_1 = 192 \times \frac{2238}{8926} = 48 \quad (4.1)$$

$$n_2 = 192 \times \frac{2730}{8926} = 59 \quad (4.2)$$

$$n_3 = 192 \times \frac{3958}{8926} = 85 \quad (4.3)$$

em que  $n_h, h = 1, 2, 3$  corresponde ao tamanho da amostra dos respectivos colégios: “ciências da vida”, “ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar” e “humanidades”.

#### 4.3.2 Cálculo do peso básico $w_h$

Para o cálculo do peso básico foi utilizada a Equação (2.25), sendo o peso de cada estrato dado por:

$$w_1 = \frac{2238}{48} \simeq 46,63 \quad (4.4)$$

$$w_2 = \frac{2730}{59} \simeq 46,27 \quad (4.5)$$

$$w_3 = \frac{3958}{85} \simeq 46,56 \quad (4.6)$$

Note na Tabela 4.1 que a multiplicação entre o tamanho do estrato ( $n_h$ ) e o seu peso  $W_h$  é equivalente ao total da população em cada estrato, e a soma final dessa multiplicação é o total da população de estudantes da pós-graduação da UnB.

#### 4.4 Ajuste dos pesos devido à não resposta

Por existir a possibilidade de não resposta entre os selecionados na amostra, faz-se necessário ponderar os dados, caso necessário, considerando: ajustes de não resposta e calibração da distribuição obtida na amostra segundo o total de estudantes da pós-graduação da UnB. Assim, será possível obter estimativas não viesadas para a população-alvo da pesquisa, a partir dos erros padrão ajustados.

As etapas desse processo de ponderação dos dados amostrais estão detalhados a seguir.

#### 4.4.1 Ajuste de não resposta

O cálculo do ajuste de não resposta será feito com auxílio da taxa de resposta, visto que as pessoas podem escolher não participar da pesquisa ou não responder uma determinada pergunta. Essa taxa é representada pela razão entre as respostas obtidas em determinada pergunta e o tamanho da amostra. Seguindo esta definição, a ponderação é feita para cada pergunta do formulário e o peso de não resposta é dado por

$$w_h^{(nr)} = \frac{n_h}{m_h} \quad (4.7)$$

onde  $m_h$  é o número total de respondentes no estrato  $h$ .

Após a definição do peso de não resposta, deve-se corrigir o peso básico conforme a expressão:

$$w_h^{(cnr)} = w_h \times w_h^{(nr)} \quad (4.8)$$

#### 4.4.2 Calibração dos pesos pelo método *Raking*

Os dados estudantis disponibilizados pelo SAA incluíam a proporção de estudantes por sexo e tipo do curso (Doutorado, Mestrado ou Residência). Desta forma, foi possível obter a distribuição marginal de estudantes por essas duas variáveis, mas não a distribuição conjunta entre elas, inviabilizando a utilização do método de pós-estratificação. Por isso, utilizou-se o método *raking*.

No estudo de caso, em ambas as pesquisas, o *raking* foi aplicado com o objetivo de corrigir a proporção por estrato segundo as variáveis sexo (Masculino ou Feminino) e tipo do curso (Doutorado, Mestrado ou Residência). Para o total populacional foi considerado o cadastro de estudantes obtido pelo SAA. Como não se obteve acesso à idade dos estudantes, não foi possível utilizá-la como variável de calibração, apenas como parâmetro populacional, já que só se obteve a média de idade desses alunos.

### 4.4.3 Análise das estimativas intervalares

Em síntese, será estimada, de forma intervalar, a proporção de estudantes que respondeu não estar pronta para a volta das aulas presenciais, utilizando as devidas correções mencionadas neste estudo. Para isso, será necessário conferir o nível de acurácia da pesquisa com base nos valores populacionais obtidos pelos SAA, para que, então, as inferências sejam feitas.

Apesar do delineamento de amostragem estratificada com alocação proporcional ter sido utilizado na pesquisa, as estimativas intervalares serão analisadas de cinco maneiras diferentes com o objetivo de verificar o efeito do plano em cada caso. São elas:

1. Amostra Estratificada com alocação proporcional por colégio e sem a aplicação de pesos amostrais (isto é,  $w_h = 1, \forall h$ );
2. Amostra Estratificada com alocação proporcional por colégio e aplicando o peso amostral básico de cada estrato;
3. Amostra Estratificada com alocação proporcional por colégio e aplicando o ajuste de não resposta;
4. Amostra Estratificada com alocação proporcional por colégio e aplicando o método *raking* para calibração dos pesos;
5. Amostra Estratificada com alocação proporcional por colégio e aplicando o método *raking* para calibração dos pesos ajustados no passo, mas excluindo o efeito da não resposta, ou seja, aplicação do *raking* considerando o peso = 1 ;

Deste modo, será possível verificar os efeitos do plano amostral e do método de ajuste de não resposta adotado nos respectivos intervalos de confiança. As estimativas pontuais e intervalares obtidas em cada caso serão comparadas com o parâmetro populacional, com o objetivo de verificar se cada método capturou o verdadeiro valor do parâmetro. Para esse fim, será utilizada a base populacional dos estudantes de pós-graduação da UnB e as variáveis consideradas para

o cálculo dos parâmetros populacionais “sexo” e “idade”. Por fim, para o cálculo da variância de cada estimador será utilizada a técnica de linearização de *Taylor* (ou TSL), conforme visto na seção 2.2.1.

#### 4.4.4 Teste de McNemar

Com a finalidade de comparar a quantidade de respondentes nas pesquisas realizadas por *e-mail* e por telefone, será utilizado o teste de McNemar. Assim, será possível verificar se existe diferença significativa na quantidade de respondentes entre as duas pesquisas, já que as amostras são pareadas e observadas em dois momentos diferentes.

O teste de McNemar é utilizado em dados nominais pareados e é aplicado para tabelas de contingência  $2 \times 2$  com variáveis dicotômicas (McNemar, 1947), como mostra a Tabela 4.2.

**Tabela 4.2:** Exemplo da tabela de dupla entrada para o teste de McNemar

	Pesquisa telefone - sim	Pesquisa telefone - não	Total da linha
Pesquisa <i>e-mail</i> - sim	$a$	$b$	$a + b$
Pesquisa <i>e-mail</i> - não	$c$	$d$	$c + d$
Total da coluna	$a + c$	$b + d$	$n$

Deste modo, a hipótese nula de homogeneidade marginal indica que as duas probabilidades marginais de cada resultado são iguais, então:

$$\begin{cases} H_0 : p_a + p_b = p_a + p_c \Rightarrow p_b = p_c, \\ H_1 : p_c + p_d \neq p_b + p_d \Rightarrow p_b \neq p_c \end{cases}$$

em que  $p_a$ ,  $p_b$ ,  $p_c$  e  $p_d$  representam as probabilidades teóricas de ocorrências nas células com a variável correspondente.

Por fim, McNemar propôs a utilização da estatística Qui-Quadrado, com 1 grau de liberdade, aplicada as frequências  $b$  e  $c$ :

$$\chi^2 = \frac{(b - c)^2}{(b + c)} \sim \chi^2_{(1)} \quad (4.9)$$

# Capítulo 5

## Análise dos Resultados

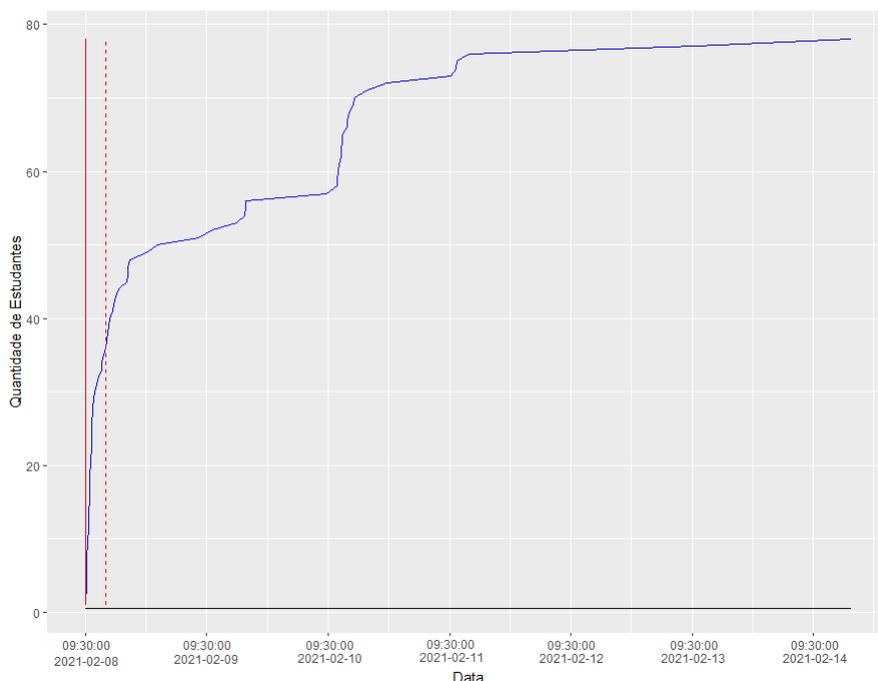
### 5.1 Introdução

Este Capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos das duas pesquisas a partir da metodologia apresentada no Capítulo 4. Como as duas pesquisas abordariam a mesma amostra com as mesmas perguntas, primeiramente foi realizada a pesquisa *online*, por que se o *e-mail* fosse enviado depois da pesquisa por telefone, as pessoas poderiam deixar de responder o questionário alegando que já tinham participado da pesquisa telefônica anteriormente.

Desta forma, o primeiro *e-mail* foi enviado no dia 8 de fevereiro de 2021 e, a partir deste contato, foram obtidas apenas 57 respostas. Portanto, um segundo *e-mail* foi enviado, entre os dias 10 e 12 de fevereiro de 2021, para reforçar a realização da pesquisa, que resultou em mais 21 respostas, totalizando, no final, 78 respondentes. Além disso, apenas dois dos *e-mails* fornecidos foram inválidos.

Os *e-mails* foram disparados às 09:30 da manhã do dia 8 e notou-se que 46% dos alunos que participaram da pesquisa respondeu nas primeiras 4 horas do envio. Sendo que, 50 estudantes responderam ainda no dia 8. Apenas 6 responderam no dia seguinte. No dia 10, em que foi enviada a notificação de reforço, apenas 13 alunos responderam nas primeiras 4 horas do envio. Os 9 restantes responderam entre os dias 11 e 14. Isso corrobora para o fato de que, no geral, as

primeiras horas são determinantes para a taxa de resposta, dado que muitas pessoas que deixam para responder depois podem acabar se esquecendo. Com a Figura 5.1 é possível visualizar essa informação de forma mais clara.



**Figura 5.1:** Quantitativo de respostas segundo a hora em que a entrevista foi realizada na pesquisa por *e-mail*

Realizada na semana seguinte, a pesquisa por telefone teve início no dia 15 de fevereiro de 2021 e se encerrou no dia 22 de fevereiro de 2021. Nesse estudo foram obtidas 103 respostas, ou seja, 25 respostas a mais do que a pesquisa por *e-mail*. Porém, é importante ressaltar que das 192 pessoas sorteadas, 14 não possuíam informação sobre o telefone, totalizando em 178 ligações realizadas. Entretanto, 18 números foram dados como inválidos, 16 pessoas não atenderam o telefone em nenhuma das 3 tentativas e, ainda, 13 ligações foram para a caixa postal em todas as tentativas. Portanto, dentre as 131 pessoas que atenderam os telefonemas, 9 disseram que não eram estudantes da UnB, 6 negaram a participação e 13 pediram para ligar depois, mas não atenderam após o retorno.

O *software* SAS 9.4 foi utilizado em todas as análises.

## 5.2 Ajuste de não resposta

Devido às baixas taxas de resposta, apresentadas na Tabela 5.1, fez-se um ajuste de não resposta nos dados coletados em ambas as pesquisas, já que nem todos os estudantes que foram selecionados na amostra de fato participaram da entrevista, ou dos que participaram, alguns deixaram algumas perguntas em branco. Assim, os pesos amostrais foram corrigidos de acordo com o número esperado em cada colégio.

**Tabela 5.1:** Distribuição das taxas de resposta segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília - Pesquisas por *e-mail* e telefone.

Colégio	População ( $N_h$ )	Amostra ( $n_h$ )	Respondentes E-mail (*) ( $m_h$ )	Respondentes Telefone (*) ( $m_h$ )	Taxa de resposta E-mail	Taxa de resposta Telefone
Ciências da vida	2.238	48	20	25	41,7	52,1
Ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar	2.730	59	22	29	37,3	49,2
Humanidades	3.958	85	36	49	42,4	57,6
Total	8.926	192	78	103	40,6	53,6

As Tabelas 5.2 e 5.3 mostram o total populacional, a quantidade de estudantes selecionados em cada colégio ( $n_h$ ), o número de respondentes de cada colégio ( $m_h$ ) e seus respectivos pesos amostrais ( $w_h$ ) e pesos corrigidos ( $w_h^{nr}$ ).

**Tabela 5.2:** Distribuição da população e amostra segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília - Pesquisa por *e-mail*.

Colégio	População ( $N_h$ )	Amostra ( $n_h$ )	Respondentes (*) ( $m_h$ )	Peso Amostral ( $w_h$ )	Peso Amostral ajustado (*) ( $w_h^{nr}$ )	Total estimado
Ciências da vida	2.238	48	20	46,63	111,91	2.238
Ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar	2.730	59	22	46,27	124,09	2.730
Humanidades	3.958	85	36	46,56	109,93	3.958
Total	8.926	192	78			8.926

**Tabela 5.3:** Distribuição da população e amostra segundo colégio do curso de pós-graduação da Universidade de Brasília - Pesquisa por telefone.

Colégio	População ( $N_h$ )	Amostra ( $n_h$ )	Respondentes (*) ( $m_h$ )	Peso Amostral ( $w_h$ )	Peso Amostral ajustado ( $w_h^{(nr)}$ )	Total estimado
Ciências da vida	2.238	48	25	46,63	89,53	2.238
Ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar	2.730	59	29	46,27	94,14	2.730
Humanidades	3.958	85	49	46,56	80,77	3.958
Total	8.926	192	103			8.926

Pode-se observar que, como esperado, a taxa de resposta da pesquisa por *e-mail* (41%) foi inferior à da pesquisa telefônica (54%) e, conseqüentemente, os valores dos pesos amostrais corrigidos são bem maiores, correspondendo a mais que o dobro do peso amostral. Nota-se que a soma dos pesos ajustados atribuídos aos respondentes de cada estrato (colégio) resulta no total da população de estudantes.

Além disso, pode ser que só a correção nos pesos com base na taxa de resposta não seja suficiente para que os totais amostrais dos respondentes sejam iguais aos totais populacionais. Portanto, é necessário calibrar os pesos para garantir esse resultado, e para isso será utilizado o método *raking*.

### 5.3 Calibração dos pesos pelo método Raking

Para a calibração dos pesos amostrais, utilizaram-se as variáveis sexo e nível acadêmico (Doutorado, Mestrado e Residência) de forma que os totais amostrais refletissem a distribuição total da população estudantil de pós-graduação. As Tabelas 5.4 e 5.5 apresentam a comparação entre a distribuição populacional dos estudantes por nível acadêmico e as suas respectivas distribuições considerando o peso atribuído por cada método de ajuste de não resposta.

Pode-se observar que, após o ajuste feito pelo método *raking*, a distribuição de respondentes segundo o nível acadêmico ficou igual à distribuição populacional de estudantes, seguindo o

**Tabela 5.4:** Distribuição percentual dos estudantes segundo nível acadêmico considerando o peso atribuído em cada método de ajuste na pesquisa por telefone

Nível acadêmico	População	Sem peso	Peso básico	Peso <i>raking</i>
Doutorado	44,88	41,75	41,75	44,88
Mestrado	50,76	55,34	55,33	50,76
Residência	4,36	2,91	2,92	4,36
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabela 5.5:** Distribuição percentual dos estudantes segundo nível acadêmico considerando o peso atribuído em cada método de ajuste na pesquisa via *e-mail*

Nível acadêmico	População	Sem peso	Peso básico	Peso <i>raking</i>
Doutorado	44,88	38,98	38,99	44,88
Mestrado	50,76	59,32	59,31	50,76
Residência	4,36	1,69	1,70	4,36
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

objetivo do método.

As Tabelas 5.6 e 5.7 apresentam a mesma comparação por sexo do estudante.

**Tabela 5.6:** Distribuição percentual dos estudantes segundo sexo considerando o peso atribuído em cada metodologia na pesquisa por telefone

Sexo	População	Sem peso	Peso básico	Peso <i>raking</i>
Feminino	53,45	47,57	47,62	53,45
Masculino	46,55	52,43	52,38	46,55
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabela 5.7:** Distribuição percentual dos estudantes segundo sexo considerando o peso atribuído em cada metodologia na pesquisa via *e-mail*

Sexo	População	Sem peso	Peso básico	Peso <i>raking</i>
Feminino	53,45	50,85	50,91	53,45
Masculino	46,55	49,15	49,09	46,55
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Após o ajuste da amostra pela calibração *raking*, com base nas variáveis sexo e nível acadêmico, o total amostral passa a corresponder ao total populacional referente aos estudantes de pós-graduação da Universidade de Brasília.

#### 5.4 Análise dos pesos

A Tabela 5.8 mostra a soma dos pesos dos respondentes em cada pesquisa em seus respectivos casos, conforme especificado na seção 4.4.3. Essa soma pode variar dependendo dos ajustes de cada método de ponderação aplicado.

Note que quando o peso amostral não é aplicado, ou seja,  $w_{hi} = 1, \forall h = 1, 2, 3$ , o que acontece no Caso 1, o total obtido é o total de respondentes. Quando o peso é aplicado, mas sem ajuste de não resposta, Caso 2, o total populacional não é atingido. Por fim, nos outros casos, com o *raking* e o ajuste de não resposta, os pesos somam o total da população de estudantes da pós-graduação.

**Tabela 5.8:** Soma dos pesos amostrais aplicados em cada caso.

Caso	Ponderação	Pesquisa por telefone Soma total	Pesquisa por e-mail Soma total
1	Sem peso	103	78
2	Peso básico	4.789	3.627
3	Peso básico com ajuste de não-resposta	8.926	8.926
4	Peso básico com calibração <i>raking</i> com efeito de não-resposta	8.926	8.926
5	Peso básico com calibração <i>raking</i> sem efeito de não-resposta	8.926	8.926

### 5.5 Efeito da ponderação

Os novos pesos atribuídos na amostra podem fornecer robustez às estimativas. Porém, essa robustez pode ter um preço causando uma perda por ponderação, ocasionada pela perda de precisão descrita na seção 3.4.3. Essa perda,  $L_w(\bar{y})$ , segundo cada caso de atribuição de pesos ajustados e tipo da pesquisa é apresentada na Tabela 5.9.

**Tabela 5.9:** Efeito da ponderação por tipo de pesquisa segundo cada caso

Caso	Pesquisa por telefone				Pesquisa por <i>e-mail</i>			
	Média ( $\bar{w}$ )	Variância $\sigma^2(w)$	Variância $\sigma^2(y)$	$L_w(\bar{y})$	Média ( $\bar{w}$ )	Variância $\sigma^2(w)$	Variância $\sigma^2(y)$	$L_w(\bar{y})$
1	1,00	0,00	0,5055	-	1,00	0,00	0,7101	-
2	46,50	0,02	0,5053	0,00001	46,50	0,02	0,7108	0,00001
3	86,66	34,54	0,5059	0,0046	114,44	44,33	0,7065	0,0034
4	86,66	224,53	0,4805	0,0299	114,44	5599,24	1,0618	0,43
5	86,66	193,47	0,4804	0,0258	114,44	5380,92	1,0234	0,41

O efeito da ponderação mede o impacto que os ajustes feitos para a correção dos pesos têm na variância. Devido à baixa taxa de resposta, o ajuste de calibração fez com que os pesos aumentassem de forma que pudessem contribuir na inflação da variância. Deste modo, é importante medir o tamanho desse efeito com o objetivo de verificar se o ajuste ocasionou uma perda de precisão.

O Caso 1, que se trata da análise com a base referente à amostra original, é o que não

apresenta perda de precisão, dado que não possui aplicação dos pesos amostrais e nem ajustes de não resposta. Porém, justamente por não ter a aplicação desses ajustes, produz estimativas viesadas.

No Caso 2, representado pelo peso amostral básico de cada estrato, tem-se o peso médio amostral dado por 46,50, o que representa o menor peso atribuído, dado que desconsidera a não resposta. Desta forma, o resultado é o mesmo para ambas as pesquisas. Portanto, nota-se que este caso apresenta a menor perda de precisão  $L_w(\bar{y})$  dentre os casos.

Já no Caso 3, em que há a aplicação do peso básico e o ajuste de não resposta, nota-se que tanto a média do peso amostral, quanto a variância da pesquisa via *e-mail* são maiores do que as variâncias da pesquisa por telefone, visto que nesta última a taxa de resposta foi maior. Um fato curioso, é que mesmo diante dessa situação, o ajuste de ponderação apresentou um efeito maior na variância da pesquisa por telefone.

O Caso 4, em que, além do peso básico, o *raking* é aplicado com efeito de não resposta, nota-se um aumento significativo da variância de ambas as pesquisas, apesar de a média não mudar com relação ao Caso 2. Por consequência, o  $L_w(\bar{y})$  aumentou de forma significativa, sendo bem mais aparente na pesquisa por *e-mail*.

O Caso 5 é semelhante ao Caso 4, mas com a diferença de que desconsidera o efeito de não resposta, ou seja, o *raking* é aplicado considerando o peso = 1. Apesar disso, pode-se observar que o ajuste de não resposta aumentou a perda  $L_w(\bar{y})$ , mas não de forma expressiva.

Ao fazer uma análise utilizando o coeficiente de variação — dado por  $\frac{\sigma(w)}{\bar{w}}$  — nota-se, pela Tabela 5.10, que conforme a perda de precisão  $L_w(\bar{y})$  aumenta, o coeficiente de variação também aumenta. Considerando que quando o coeficiente de variação é acima de 30% há indício de que os dados são heterogêneos, interpreta-se que para os Casos 4 e 5, com a utilização do *raking*, a pesquisa por *e-mail* apresentou alta dispersão dos dados.

Por fim, pode-se observar que, na pesquisa realizada por telefone, os ajustes de calibração inflaram minimamente a variância. Entretanto, na pesquisa por *e-mail*, devido ao tamanho reduzido da amostra, observou-se que os ajustes pelo *raking* causaram uma perda considerável

**Tabela 5.10:** Efeito da ponderação e coeficiente de variação por tipo de pesquisa segundo cada caso

Caso	Pesquisa por telefone		Pesquisa por e-mail	
	$L_w(\bar{y})$	Coeficiente de variação	$L_w(\bar{y})$	Coeficiente de variação
1	-	-	-	-
2	0,00001	0,31	0,000010	0,31
3	0,0046	6,78	0,0034	5,82
4	0,0299	17,29	0,43	65,39
5	0,0258	16,05	0,41	64,10

na precisão das estimativas.

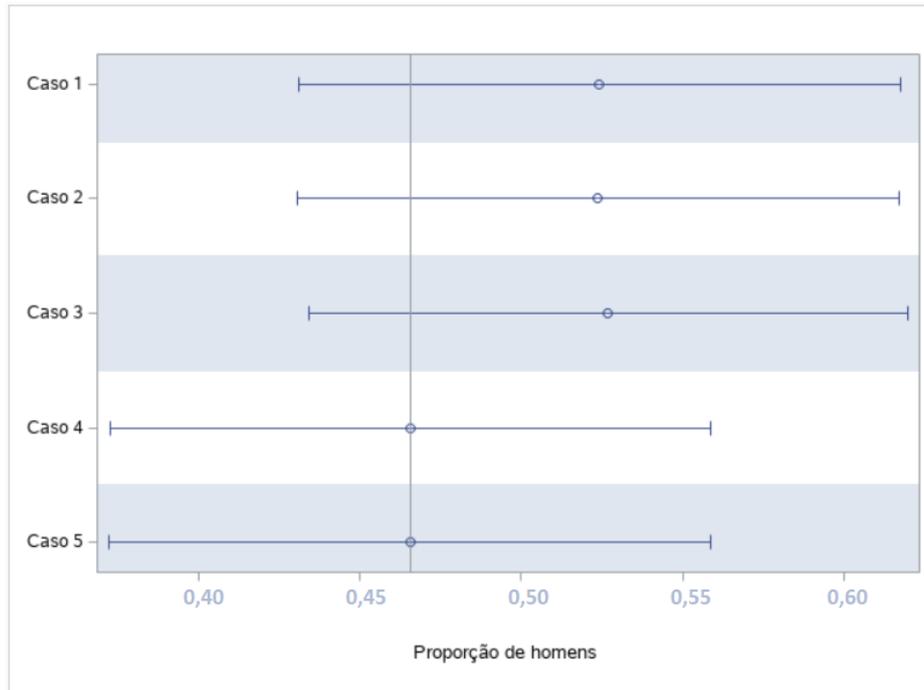
Desta forma, com base na análise das estimativas intervalares, apresentada na seção a seguir, pode-se definir o melhor ajuste de calibração para ambas as pesquisas do estudo de caso.

## 5.6 Análise das estimativas intervalares

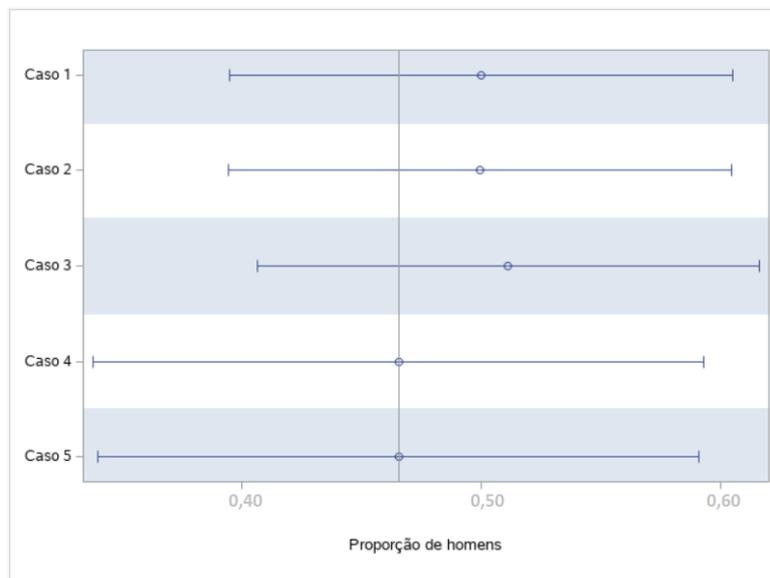
Inicialmente, foram comparadas as estimativas pontuais e intervalares das variáveis consideradas como de parâmetro populacional - proporção de sexo e idade média - com o real parâmetro da população de estudantes de pós-graduação da UnB. Assim, é possível tomar conhecimento sobre o nível de acurácia das pesquisas e fazer possíveis inferências sobre os resultados.

As Figuras 5.2 e 5.3 apresentam as estimativas da proporção de estudantes de pós-graduação da UnB do sexo masculino nas pesquisas por telefone e *e-mail*, respectivamente. A linha traçada na vertical representa a verdadeira proporção populacional de estudantes do sexo masculino, dada por 46,55%.

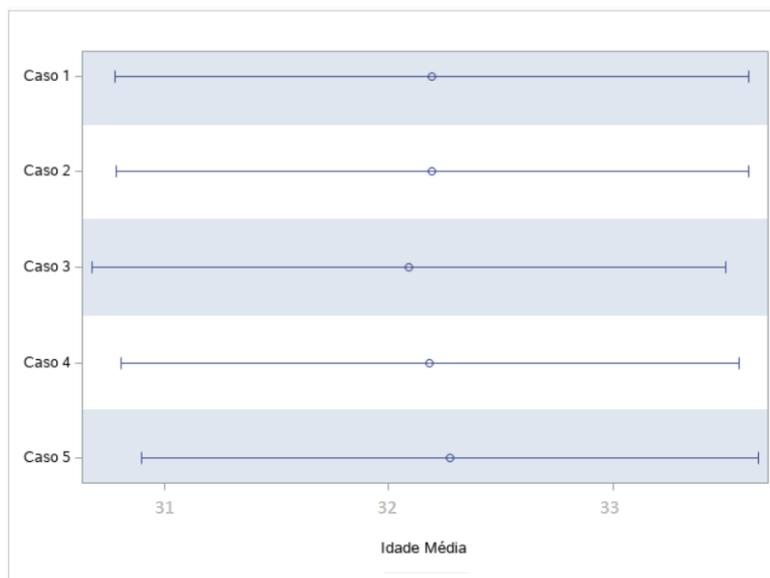
A partir das Figuras 5.2 e 5.3, verifica-se que, para a variável sexo, as formas de contato por telefone e por *e-mail* conseguiram capturar o parâmetro real dos alunos da pós-graduação da UnB em todos os casos. Como esperado da definição dada na seção 3.4.2, o ajuste realizado pelo *raking* fez com que as proporções de gênero da amostra fossem exatamente iguais às proporções populacionais.



**Figura 5.2:** Estimativas da proporção de estudantes de pós-graduação da UnB do sexo masculino - Pesquisa por telefone



**Figura 5.3:** Estimativas da proporção de estudantes de pós-graduação da UnB do sexo masculino - Pesquisa por e-mail

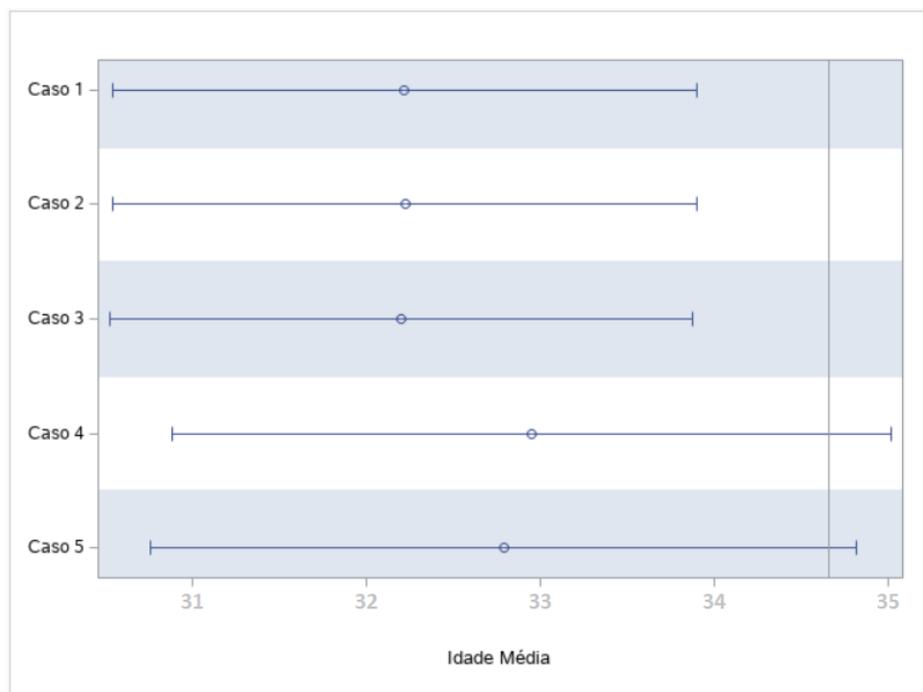


**Figura 5.4:** Estimativas da idade média dos estudantes de pós-graduação da UnB - Pesquisa por telefone

As Figuras 5.4 e 5.5 apresentam as estimativas da idade média dos estudantes, sendo que a idade média real é 34,66 anos. Observa-se que não foi possível capturar o parâmetro referente à idade média em nenhum dos casos da pesquisa por telefone, nem com o ajuste feito pelo *raking*, já que não se teve acesso à idade dos estudantes na base populacional.

No entanto, na pesquisa realizada por *e-mail* pode-se observar que nos Casos 4 e 5 as estimativas intervalares contiveram o parâmetro populacional. É curioso observar como o *raking*, a partir da calibração pela variável nível acadêmico, ajustou o modelo para a variável de idade. Pode ser interessante para os resultados utilizar uma outra variável correlacionada com a variável de interesse.

Além dessas estimativas pontuais e intervalares apresentadas nas Figuras 5.4 e 5.5, as Tabelas 5.11 e 5.12 apresentam os erros padrão e os parâmetros populacionais segundo os casos definidos na seção 4.4.3, nas pesquisas por telefone e por *e-mail*, respectivamente.



**Figura 5.5:** Estimativas da idade média dos estudantes de pós-graduação da UnB - Pesquisa por e-mail

**Tabela 5.11:** Comparação entre o total populacional e a estimativa amostral segundo caso - Pesquisa por telefone.

Caso	Variável	Estimativa	Erro Padrão	Intervalo 95% Confiança	Valor populacional
1	idade	32,19	0,71	(30,78; 33,60)	34,66
	%sexo (masculino)	52,43	4,70	(43,10; 61,75)	46,55
2	idade	32,20	0,71	(30,79; 33,61)	34,66
	%sexo (masculino)	52,38	4,70	(43,06; 61,71)	46,55
3	idade	32,09	0,71	(30,68; 33,50)	34,66
	%sexo (masculino)	52,70	4,68	(43,41; 61,98)	46,55
4	idade	32,19	0,69	(30,81; 33,56)	34,66
	%sexo (masculino)	46,55	4,69	(37,25; 55,85)	46,55
5	idade	32,27	0,69	(30,90; 33,65)	34,66
	%sexo (masculino)	46,55	4,71	(37,21; 55,89)	46,55

Como dito na seção anterior, ao fazer um ajuste de calibração, tem-se um preço a pagar. A perda por ponderação mostrou que os Casos 4 e 5 apresentaram os maiores valores para  $L_w(\bar{y})$  e o coeficiente de variação foi maior para esses casos. No entanto, com essa calibração, foi visto

que esses foram os casos em que os intervalos de confiança gerados pela estimativa capturam os parâmetros reais, na maioria das vezes, evidenciando que a robustez do modelo foi prejudicada pelo ajuste, mesmo apresentando os melhores resultados.

**Tabela 5.12:** Comparação entre o total populacional e a estimativa amostral - Pesquisa via *e-mail*.

Caso	Variável	Estimativa	Erro Padrão	Intervalo 95% Confiança	Valor populacional
1	idade	32,22	0,84	(30,54; 33,90)	34,66
	%sexo (masculino)	50,00	5,27	(39,50; 60,50)	46,55
2	idade	32,22	0,84	(30,54; 33,90)	34,66
	%sexo (masculino)	49,94	5,27	(39,44; 60,44)	46,55
3	idade	32,20	0,84	(30,53; 33,88)	34,66
	%sexo (masculino)	51,14	5,27	(40,65; 61,63)	46,55
4	idade	32,95	1,03	(30,89; 35,02)	34,66
	%sexo (masculino)	46,55	6,38	(33,78; 59,32)	46,55
5	idade	32,79	1,01	(30,76; 34,82)	34,66
	%sexo (masculino)	46,55	6,26	(34,01; 59,09)	46,55

Desta forma, as estimativas a serem apresentadas terão como base os resultados dos Casos 3 e 4, com o intuito de verificar se o peso básico apresenta diferença em relação ao ajuste feito pelo *raking*.

Apesar dos resultados obtidos a partir dos dados coletados apresentarem problemas devido à inflação da variância em ambas as pesquisas, foi possível estimar a quantidade de alunos que não estavam preparados para a volta de aulas presenciais na Universidade de Brasília em março de 2021.

Os resultados da pergunta “Se o(a) estudante se sentiria seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB, caso as aulas voltassem em março conforme a portaria nº 1038 do MEC”, tanto na pesquisa por *e-mail* e por telefone, Anexo B, estão nas Tabelas 5.13 e 5.14.

Analisando o Caso 3, pode-se observar que ambas as pesquisas apresentaram um erro satisfatório de cerca de 8%. Enquanto no Caso 4 o erro subiu para 9% no pesquisa por *e-mail* e se manteve em 8% na pesquisa telefônica. Além disso, a grande maioria dos alunos de pós-

**Tabela 5.13:** Resultados sobre a volta presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021 - Pesquisa via *e-mail*

Caso	Você se sentiria seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB se as aulas voltassem em março conforme a portaria nº 1038 do MEC?	Estimativa	Erro Padrão	Intervalo 95% Confiança
3	Não	81,21	4,28	(72,68; 89,74)
	Sim	18,79	4,28	(10,26; 27,32)
4	Não	82,31	4,73	(72,84; 91,77)
	Sim	17,69	4,73	(8,23; 27,16)

graduação da UnB não se sentiam seguros para voltar a ter aulas presenciais, sendo esse percentual um pouco maior na pesquisa por *e-mail*.

Como discutido nas outras seções, a pesquisa por *e-mail* pode seguir uma tendência em que a maioria das pessoas que se sentem motivadas a responder têm o objetivo de fazer alguma reclamação, ou proferir alguma opinião, sobre um determinado assunto ou proferir alguma opinião. O *e-mail* enviado com as informações sobre a pesquisa continha no assunto as palavras-chave “Volta às aulas” e “Covid-19”, portanto, pode acontecer do tema ter chamado mais a atenção dos alunos que tinham algum interesse em participar, enquanto uma pessoa que não se atraiu pelo tema deixou de responder.

**Tabela 5.14:** Resultados sobre a volta presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021 - Pesquisa por telefone

Caso	Você se sentiria seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB se as aulas voltassem em março conforme a portaria nº 1038 do MEC?	Estimativa	Erro Padrão	Intervalo 95% Confiança
3	Não	76,05	4,17	(67,78; 84,33)
	Sim	23,95	4,17	(15,67; 32,22)
4	Não	76,66	4,17	(68,39; 84,92)
	Sim	23,34	4,17	(15,08; 31,61)

Dentre esses alunos que não se sentiam seguros, considerando a pesquisa telefônica, cerca de 47% alegou que ia esperar a vacina em ambos os casos, conforme a Tabela 5.15. Enquanto na pesquisa por *e-mail*, os percentuais apresentados na Tabela 5.16 foram um pouco menores, 39% e 35% nos Casos 3 e 4, respectivamente. Para essa questão, a pesquisa via *e-mail* mostrou

diferença na distribuição entre os casos se comparado à pesquisa por telefone. Por exemplo, a segunda maior frequência de resposta foi para a categoria na pesquisa *online* “Não me sinto seguro”, enquanto na pesquisa por telefone “Moro com pessoa(s) do grupo de risco” foi a segunda maior frequência. Além disso, a proporção interna entre os casos na pesquisa por telefone se manteve igual, o que não aconteceu na pesquisa por *e-mail*.

**Tabela 5.15:** Resultados da pesquisa por telefone sobre o motivo de não voltar a ter aula presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021.

Caso	Motivo de não se sentir seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB	Estimativa	Erro Padrão	Intervalo 95% Confiança
3	Esperarei ser vacinado	47,30	5,53	(36,28; 58,32)
	Moro com pessoa(s) do grupo de risco	24,77	4,77	(15,26; 34,27)
	Não acho que a UnB está segura	11,42	3,55	(4,35; 18,49)
	Não me sinto seguro	5,15	2,52	(0,14; 10,17)
	Outros	11,36	3,63	(4,14; 18,58)
4	Esperarei ser vacinado	46,37	5,60	(35,22; 57,52)
	Moro com pessoa(s) do grupo de risco	25,77	4,94	(15,93; 35,61)
	Não acho que a UnB está segura	11,84	3,73	(4,42; 19,26)
	Não me sinto seguro	4,84	2,39	(0,08; 9,60)
	Outros	11,18	3,61	(4,00; 18,37)

Ainda sobre essa pergunta, ao analisar a margem de erro em cada pesquisa, pode-se observar que na pesquisa por telefone o erro foi bem parecido entre os Casos 3 e 4. Já na pesquisa por *e-mail* foi visto que o Caso 4, em que foi aplicado o *raking*, o erro apresentou um crescimento de aproximadamente 2 pontos percentuais em relação ao Caso 3. Além disso, em geral, os erros da pesquisa por *e-mail* foram superiores aos erros da pesquisa telefônica, dado que o número de respondentes foi inferior.

Após a análise dos resultados, foi visto que as respostas foram um pouco diferentes entre as duas pesquisas, mesmo considerando a mesma amostra. Portanto, tem-se o questionamento se as amostras de respondentes foram diferentes entre si. Desta forma, a seção a seguir apresenta o teste de McNemar.

**Tabela 5.16:** Resultados da pesquisa via *e-mail* sobre o motivo de não voltar a ter aula presencial dos alunos de pós-graduação da UnB em Março de 2021.

Caso	Motivo de não se sentir seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB	Estimativa	Erro Padrão	Intervalo 95% Confiança
3	Esperarei ser vacinado	38,98	6,03	(26,92; 51,03)
	Moro com pessoa(s) do grupo de risco	22,57	5,35	(11,88; 33,27)
	Não acho que a UnB está segura	9,73	3,82	(2,09; 17,36)
	Não me sinto seguro	25,60	5,61	(14,38; 36,82)
	Outros	3,12	2,16	(0,00; 7,44)
4	Esperarei ser vacinado	34,68	7,17	(20,24; 49,13)
	Moro com pessoa(s) do grupo de risco	25,70	6,67	(12,26; 39,14)
	Não acho que a UnB está segura	8,52	4,19	(0,07; 16,97)
	Não me sinto seguro	27,18	7,23	(12,61; 41,75)
	Outros	3,91	2,71	(0,00; 9,37)

## 5.7 Teste McNemar

A amostra selecionada em ambas as pesquisas foi a mesma, porém, pode ocorrer de pessoas que participaram da pesquisa por telefone diferirem dos entrevistados na pesquisa por *e-mail*. Para isso, a partir da amostra selecionada, fez-se um pareamento entre as bases das pesquisas para verificar quem respondeu a pesquisa por telefone e *e-mail*, quem não respondeu nenhuma das duas, quem respondeu apenas a por telefone e quem respondeu apenas a por *e-mail*, conforme apresentado na Tabela 5.17.

**Tabela 5.17:** Quantidade de respondentes em cada pesquisa

	Pesquisa <i>e-mail</i> - Sim	Pesquisa <i>e-mail</i> - Não	Total
Pesquisa Telefone - Sim	35	68	103
Pesquisa Telefone - Não	23	66	89
Total	58	134	192

Nota-se que o total de pessoas que participaram da pesquisa por telefone corresponde aos 103 alunos mencionados no início deste Capítulo. Entretanto, como a base foi pareada utilizando o *e-mail* do aluno e essa opção não era obrigatória no questionário, dos 78 respondentes da pesquisa por *e-mail*, foi possível identificar apenas 58. Portanto, para o teste de McNemar,

utilizou-se na coluna de estudantes que responderam a pesquisa via *internet* apenas os que informaram o *e-mail*. O resultado obtido foi que apenas 35 estudantes participaram das duas pesquisas simultaneamente.

Deste modo, com o objetivo de verificar se houve de fato essa diferença entre a quantidade de respondentes nas duas pesquisas, fez-se o teste de McNemar, e, para testar a significância dessa diferença, o  $\chi^2$  foi calculado a partir dos pares discordantes da Tabela  $2 \times 2$  apresentada, conforme a expressão

$$\chi^2 = \frac{(68 - 23)^2}{(68 + 23)} = 22,25 \sim \chi^2_{(1)} = 3,841 \quad (5.1)$$

A partir do  $\chi^2$ , (p-valor  $< 0,0001$ ), rejeita-se a hipótese de homogeneidade marginal, havendo, então, diferença entre a quantidade de respondentes das pesquisas por telefone e *e-mail*, com 5% de significância.

Entretanto, como houve essa perda de 20 respondentes, refez-se o teste considerando que os *e-mails* fossem identificados. Para isso, como o teste só analisa os pares discordantes, acrescentou-se mais 20 respondentes na coluna de *e-mail*, apresentado na Tabela 5.18

**Tabela 5.18:** Quantidade de respondentes em cada pesquisa, desconsiderando a perda de informação na pesquisa por *e-mail*

	Pesquisa <i>e-mail</i> - Sim	Pesquisa <i>e-mail</i> - Não	Total
Pesquisa Telefone - Sim	35	68	103
Pesquisa Telefone - Não	43	46	89
Total	78	114	192

$$\chi^2 = \frac{(68 - 43)^2}{(68 + 43)} = 5,63 \sim \chi^2_{(1)} = 3,841 \quad (5.2)$$

Neste passo, o teste continuou rejeitando a hipótese de homogeneidade marginal. Isto indica que a perda de informação do *e-mail* do estudante não interferiu no resultado do teste.

Um fato curioso, é que ao analisar os 35 estudantes que participaram das duas pesquisas simultaneamente, espera-se que os respondentes marquem os mesmos itens nas perguntas das

duas pesquisas. Porém, apenas 1 pessoa marcou categorias diferentes para a pergunta “Você se sentiria seguro(a) em voltar a ter aulas presenciais na UnB se as aulas voltassem em março conforme a portaria nº 1038 do MEC?”. Desta forma, ao fazer um teste t pareado para verificar se a média das respostas é igual, espera-se um p-valor = 1, mas devido a essa resposta diferente, obteve-se um p-valor = 0,78. Apesar disso, como esperado, não há evidências para rejeitar a hipótese de que as médias são iguais.

# Capítulo 6

## Conclusões

O trabalho teve como principal motivação o contexto da pandemia que impossibilitou a realização de pesquisas presenciais. A alternativa a ser considerada é a pesquisa por telefone, e, no geral, esse tipo de pesquisa apresenta histórico de altas taxas de não resposta. Portanto, devem-se realizar ajustes de ponderação para corrigir os vieses causados pela não resposta. Porém, quando são aplicados muitos pesos para essa correção, as estimativas intervalares podem aumentar muito, resultando em análises imprecisas e altas margens de erro.

Desta forma, o objetivo principal do trabalho foi analisar a metodologia adotada para a realização de pesquisas por telefone e por *e-mail*, que incluiu verificar o efeito de diferentes métodos de ponderação para corrigir problemas existentes e como esses métodos podem impactar nos intervalos de confiança das estimativas. Assim, é importante ressaltar que o estudo de caso apresentado pôde iniciar esse tipo de discussão a partir dos diferentes métodos de ponderação que foram apresentados.

Conforme esperado, a taxa de resposta da pesquisa realizada por *e-mail* (41%) foi bem menor do que a da pesquisa telefônica (54%). Além disso, pelo teste de McNemar concluiu-se que há diferença entre a quantidade de pessoas que participaram das duas pesquisas. Na maioria das vezes, as pessoas que respondem as pesquisas por *e-mail* possuem algum interesse no tema abordado, principalmente quando envolve algum tipo de reclamação ou deseja expressar alguma

opinião sobre o assunto. Já nas pesquisas presencial e por telefone, a partir do momento que a pessoa é abordada pelo pesquisador, torna-se mais fácil de convencê-la a participar. Durante as ligações, ao justificar que se tratava de uma pesquisa breve, de uma estudante de mestrado da UnB e com o tema a volta às aulas durante a pandemia da COVID-19, em geral, os estudantes se interessavam em participar.

Na comparação entre os casos de ponderação utilizados neste trabalho para a calibração dos dados, foi visto que o efeito da ponderação teve impactos parecidos nas estimativas intervalares. Porém, ao analisar a perda de precisão devido ao ajuste de não resposta e, conseqüentemente, o coeficiente de variação, observou-se que o *raking* inflou um pouco a variância nos Casos 4 e 5 da pesquisa telefônica, tendo um efeito bem maior na pesquisa por *e-mail*, o que pode ser explicado pela baixa taxa de resposta.

Uma vez que o parâmetro populacional (idade média e proporção de estudantes do sexo masculino) estava disponível para comparação com as estimativas obtidas, observou-se que apenas na pesquisa por telefone, a estimativa intervalar da idade média não capturou o parâmetro populacional, que corresponde a 34,66 anos. Porém, as estimativas se aproximaram deste parâmetro. Com relação ao gênero, o parâmetro foi capturado até nos casos em que não foi utilizado o *raking*, em ambas as pesquisas. Além disso, ao avaliar o comportamento do efeito entre os casos, observou-se que as margens de erro resultantes da calibração pelo método *raking* aumentaram com relação às margens de erro da calibração dadas pelo peso básico.

Como discutido em Little e Vartivarian (2005) e visto nos resultados deste trabalho, é inevitável fazer ajustes de ponderação sem aumentar a variância. Por consequência disso, a eficácia dos ajustes de ponderação é vista como uma escolha entre apresentar o dado com viés e apresentá-lo com alta variância. Então, na pesquisa por *e-mail*, os Casos 4 e 5, em que o *raking* fez um ajuste de não resposta, corrigiram os pesos de forma que o parâmetro para a variável de idade média fosse capturado pelo intervalo de confiança. Nessa situação, o *raking* parece um bom ajuste, apesar da alta variância ocasionada. Além disso, foi possível observar que essa alta inflação foi característica da pesquisa com baixa taxa de resposta.

Apesar dos entrevistados nas pesquisas serem diferentes entre si, foi visto que os resultados das estimativas para as variáveis conhecidas ficaram próximos. Quando se trata das perguntas com objetivos inferenciais, as proporções das categorias de resposta divergiram apenas na pergunta sobre o motivo da insegurança para a não volta das aulas presenciais.

Sobre as baixas taxas de resposta da pesquisa por *e-mail*, mesmo com o crescimento da realização de pesquisas por esse meio eletrônico, é importante ressaltar que a baixa taxa de resposta pode ocorrer devido ao fato das pessoas esquecerem de responder, além dos outros problemas listados na seção 3.3.1. Já as pesquisas presenciais e por telefone, mesmo que indiretamente, têm a praticidade das pessoas já estarem ali no momento e se sentirem na obrigação de responder. Além disso, os respondentes da pesquisa por *e-mail* podem não se sentir motivados, enquanto nas pesquisas presenciais o entrevistador pode tentar convencer que a pessoa participe.

No entanto, cabe apontar que a pesquisa por telefone pode ter sido mais favorecida devido ao ambiente aplicado no estudo de caso apresentado. Ao atender o telefone o estudante teve uma segurança de que a pessoa que estava realizando a pesquisa também é da Universidade de Brasília. Durante a apresentação da pesquisa, foi essencial informar ao aluno que o número de contato dele foi obtido pelo SAA, podendo dar uma segurança a mais para que a pesquisa seja aceita. Ademais, o fato do tema da pesquisa ser sobre a COVID-19, um tema muito atual e bastante discutido, pode ter contribuído mais ainda para as taxas de resposta obtidas.

Entretanto, dependendo do público-alvo e de como a pesquisa precisa ser aplicada, podem haver muitos desafios durante a execução em ambos os tipos de coleta. Podem acontecer casos em que a rotina da pessoa não permita que ela participe das pesquisas, então conhecer a população-alvo da pesquisa é muito importante durante a formulação metodológica. Por exemplo, uma pesquisa com o objetivo de avaliar o nível de satisfação das pessoas com uma empresa de ônibus, tem como público-alvo pessoas que utilizam frequentemente esse transporte público. Essas pessoas em geral possuem baixa escolaridade e recebem salários menores, então provavelmente não têm acesso a celulares, computadores ou rede de qualidade e não possuem tempo

para participar da pesquisa, por causa da rotina cansativa.

No caso da pesquisa por telefone, pelo fato da pessoa trabalhar o dia inteiro, falta tempo e disponibilidade para responder a pesquisa. Já na pesquisa por *e-mail*, tanto a falta de tempo quanto a falta de acessibilidade à rede de internet e dispositivos de qualidade podem desestimular a participação da pessoa. Desta forma, deve-se avaliar alternativas ou métodos para que as pessoas sejam estimuladas a participarem, em razão de que uma pesquisa com esse tema é bastante relevante.

O papel desempenhado pelas pesquisas domiciliares é fundamental para o crescimento de um país. Devido ao contexto da pandemia do COVID-19, criou-se um novo desafio para a realização de pesquisas presenciais. Isso resultou no crescimento da necessidade de se aprimorar a forma de coleta sobre as pesquisas convencionais para que os dados sejam de alta qualidade. Deste modo, este cenário impactou na maneira como as pesquisas são realizadas no mundo, desafiando os institutos de pesquisa a reformularem suas metodologias para se adequarem à situação.

Em decorrência disso, os institutos de pesquisa agiram de forma rápida com o intuito de responder a essa nova necessidade de formulação de dados paralelamente às pesquisas já existentes. No Brasil, muitos institutos de pesquisa estão adotando esta abordagem de coleta de dados, como o IBGE com a PNAD COVID (IBGE, 2020f) e a Pesquisa Pulso Empresa (IBGE, 2020d), que monitora o impacto da pandemia nas empresas. Mais recentemente, a Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN) anunciou que a Pesquisa de Emprego e Desemprego (PED) no DF também utilizará esses métodos (CODEPLAN, 2020).

O impacto da COVID-19 sobre as pesquisas domiciliares trouxe a necessidade de se debater sobre os desafios que surgiram com esse cenário. Os institutos de pesquisa estão adaptando as pesquisas para atender as principais questões sobre o futuro das pesquisas domiciliares. Portanto, também é necessário mostrar para a população a importância de participar de pesquisas, aumentando as taxas de resposta e, conseqüentemente, a relevância do trabalho para o auxílio de políticas públicas. Ademais, o investimento nas ferramentas disponíveis para a otimização

dessas pesquisas como o CATI e, ainda, a adoção das técnicas de calibração para as pesquisas por telefone e *e-mail* devem ser considerados durante o planejamento amostral.

Pensando em todas essas questões, IASS (2021) lista algumas reflexões relevantes a serem consideradas: Como a COVID-19 reformulará os programas nacionais de pesquisa domiciliar no futuro? Como podemos estabelecer programas sustentáveis de pesquisa domiciliar que sejam resilientes e versáteis a choques futuros como o do COVID-19? O COVID-19 será um catalisador para a inovação no campo das pesquisas domiciliares? Quais são as ações prioritárias para os países e para a comunidade internacional na próxima década para pesquisas domiciliares? Todas essas questões que o contexto trouxe para o debate na comunidade científica são importantes.

Devido à 3ª onda da pandemia, consequência do surgimento da nova variante conhecida como “Ômicron” declarada oficialmente pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021) em novembro de 2021, esse assunto ainda está em pauta. O ano de 2022 continua com as restrições sanitárias para a contenção do vírus. Portanto, nota-se uma preocupação com o futuro das pesquisas domiciliares e evidencia-se a importância dos questionamentos citados e a necessidade de reconhecer as ferramentas disponíveis e se adequar de acordo com a necessidade.

Deste modo, o tema continua em pauta e a coleta por telefone pode continuar a ser utilizada, principalmente por questões de recursos financeiros. É sabido que o IBGE enfrentou problemas em 2020 para a realização do Censo e um dos principais impedimentos - além da pandemia - foi o custo altíssimo, recentemente aprovado em R\$ 2,292 bilhões (IBGE, 2021). No futuro, com o avanço dos recursos tecnológicos conjuntamente com a utilização das técnicas discutidas neste trabalho e, conseqüentemente, um custo menor, será que as pesquisas por telefone se tornarão uma alternativa viável aos métodos convencionais?

Sendo assim, encerra-se esse trabalho com questionamentos que podem ser considerados para o futuro das pesquisas. Questões como se os resultados passarem a ser comparáveis - em relação à pesquisa presencial -, ou se vai ser vantajoso manter a pesquisa presencial, são fundamentais para que a realização de pesquisas telefônicas se torne uma alternativa aos métodos

usados convencionalmente.

### 6.1 Limitações do trabalho

Como visto, esta dissertação buscou analisar os diferentes métodos de ponderação e seus principais impactos nas estimativas intervalares. Apesar das técnicas serem consideradas robustas e apresentarem resultados satisfatórios, o trabalho ainda apresentou algumas limitações:

- Os participantes das pesquisas eram estudantes da Universidade de Brasília, assim como a autora. Portanto, durante a realização da ligação, o fato da autora se identificar como estudante pode ter influenciado no baixo índice de recusa;
- Como não foi encontrado nenhum software gratuito para a realização de chamadas automáticas, as ligações foram feitas pessoalmente. Desta forma, não foi possível verificar a tendência de aceitação ou recusa das pessoas nas entrevistas feitas com este recurso;
- As chamadas foram realizadas sem financiamento, portanto o pequeno tamanho da amostra foi calculado de forma que o número de ligações realizadas tivesse dentro do orçamento da autora e dentro do erro admitido;
- Na pesquisa enviada por *e-mail*, a identificação do *e-mail* do entrevistado não era obrigatória, portanto nem todos os estudantes informaram o endereço eletrônico de contato. Além disso, alguns estudantes informaram o *e-mail* pessoal e não o institucional. Desta forma, não foi possível parear 100% com a base das entrevistas por telefone, e assim, o teste de McNemar foi realizado apenas com os dados que foram possíveis de parear;
- O SAA disponibilizou apenas a base de dados com as informações dos estudantes de pós-graduação. Desta forma, não foi possível realizar o estudo com todos os estudantes da Universidade de Brasília.

## 6.2 Recomendações para trabalhos futuros

Naturalmente, não foi possível explorar todas as ferramentas disponíveis para a robustez da técnica. A seguir são listadas algumas recomendações para trabalhos futuros:

- Para a realização da pesquisa telefônica, não foi necessário utilizar o RDD porque os dados de contato dos estudantes foram fornecidos pela Universidade. Entretanto, como pode ser uma alternativa a ser considerada, pode ser interessante utilizar esta técnica com o intuito de verificar se há impacto positivo na taxa de resposta;
- Utilizar a ligação automática com o objetivo de analisar o impacto na taxa de resposta;
- Aumentar o tamanho da amostra para comparar os resultados e verificar se as estimativas intervalares irão capturar o parâmetro real;
- Realizar um estudo com uma amostra fora do ambiente da Universidade de Brasília, a fim de verificar os resultados em uma população mais heterogênea;
- Utilizar outras variáveis correlacionadas para a calibração pelo método *raking*;
- Realizar simultaneamente uma pesquisa presencial, uma pesquisa por telefone e uma pesquisa por *e-mail* para comparações dos resultados.

# Apêndice A

## Técnicas de Amostragem

### A.1 Amostragem Aleatória Simples (AAS)

Notação:

- $N$ : o tamanho da população de estudo que varia de  $(1, 2, \dots, N)$ , e  $n$  o tamanho da amostra;
- $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ : os elementos da população e,  $e = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  os elementos da amostra;
- $Y_j$ : característica populacional de interesse para cada elemento  $E_j$ ;
- $P = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_N\}$ , é a variável de interesse da população enquanto  $A = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  é a da amostra.

Parâmetros:

- $T = \sum_{i=1}^N Y_i = N\mu$ : quantidade total de unidades de interesse;
- $\mu = \bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$ : média por unidade;
- $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \mu)^2$ : variância populacional para o caso com reposição; e
- $S^2 = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (Y_i - \mu)^2$ : variância populacional para o caso sem reposição.

**A.1.1 Amostragem Aleatória Simples com reposição (AASc)**

Definições:

- Total populacional

$$T = \sum_{i=1}^N Y_i \quad (\text{A.1})$$

- Estimador não viesado de T

$$\hat{T} = N\bar{y} \quad (\text{A.2})$$

- Variância de  $\hat{T}$

$$Var(\hat{T}) = N^2 \frac{\sigma^2}{n} \quad (\text{A.3})$$

- Estimador não viesado de  $Var(\hat{T})$

$$\widehat{Var}(\hat{T}) = N^2 \frac{s^2}{n} \quad (\text{A.4})$$

- Média populacional

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{N} = \mu \quad (\text{A.5})$$

- Estimador não viesado da variância populacional ( $\sigma^2$ )

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{A.6})$$

- Média amostral, estimador não viesado da média populacional

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i = \hat{\mu} \quad (\text{A.7})$$

- Variância da média amostral

$$\text{Var}(\bar{y}) = \frac{\sigma^2}{n} \quad (\text{A.8})$$

- Estimador não viesado da variância da média amostral

$$\widehat{\text{Var}}(\bar{y}) = \frac{s^2}{n} \quad (\text{A.9})$$

- Intervalo de confiança para  $\mu$

$$IC(\mu, 1 - \alpha) = \left[ \bar{y} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{s^2}{n}}; \bar{y} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{s^2}{n}} \right] \quad (\text{A.10})$$

- Intervalo de confiança para  $\tau$

$$IC(T, 1 - \alpha) = \left[ \hat{T} - z_{\frac{\alpha}{2}} N \sqrt{\frac{s^2}{n}}; \hat{T} + z_{\frac{\alpha}{2}} N \sqrt{\frac{s^2}{n}} \right] \quad (\text{A.11})$$

- Tamanho da amostra

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \sigma^2}{\varepsilon^2} \quad (\text{A.12})$$

- Proporção de unidades na população que possuem a característica de interesse

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = \mu \quad (\text{A.13})$$

- Estimador não viesado de  $P$

$$p = \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} = \frac{m}{n}, \quad (\text{A.14})$$

em que  $m$  é o número de elementos da amostra com determinada característica.

- Variância de  $p$

$$Var(p) = \frac{PQ}{n}, \quad (\text{A.15})$$

em que  $Q = 1 - P$ .

- Estimador não viesado da  $Var(p)$

$$\widehat{Var}(p) = \frac{pq}{n-1} \quad (\text{A.16})$$

- intervalo de confiança para  $P$

$$IC(P, 1 - \alpha) = \left[ p - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{pq}{n-1}}; p + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{pq}{n-1}} \right] \quad (\text{A.17})$$

- Tamanho da amostra

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^2 P(1-P)}{\varepsilon^2} \quad (\text{A.18})$$

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^2 0,25}{\varepsilon^2} \quad (\text{A.19})$$

### A.1.2 Amostragem Aleatória Simples sem reposição (AASs)

- Total populacional

$$T = \sum_{i=1}^N Y_i \quad (\text{A.20})$$

- Estimador não viesado de  $T$

$$\hat{T} = N\bar{y} \quad (\text{A.21})$$

- Variância de  $\hat{T}$

$$Var(\hat{T}) = N^2 \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S^2}{n} \quad (\text{A.22})$$

em que  $\frac{n}{N} = f$  é conhecido como fator de correção para população finita (do inglês *finite population correction - fpc*).

- Estimador não viesado da  $Var(\hat{T})$

$$\widehat{Var}(\hat{T}) = N^2 \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{s^2}{n} \quad (\text{A.23})$$

- Média populacional

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^N \frac{Y_i}{N} = \mu \quad (\text{A.24})$$

- Estimador não viesado da variância populacional ( $S^2$ )

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{A.25})$$

- Média amostral, estimador não viesado da média populacional

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad (\text{A.26})$$

- Variância da média amostral

$$\text{Var}(\bar{y}) = \frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \quad (\text{A.27})$$

- Estimador não viesado da variância da média amostral

$$\widehat{\text{Var}}(\bar{y}) = \frac{s^2}{n} (1 - f) \quad (\text{A.28})$$

- Intervalo de confiança para  $\mu$

$$IC(\mu, 1 - \alpha) = \left[ \bar{y} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{(1 - f) \frac{s^2}{n}}; \bar{y} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{(1 - f) \frac{s^2}{n}} \right] \quad (\text{A.29})$$

- Intervalo de confiança para  $\tau$

$$IC(T, 1 - \alpha) = \left[ \hat{T} - z_{\frac{\alpha}{2}} N \sqrt{(1 - f) \frac{s^2}{n}}; \hat{T} + z_{\frac{\alpha}{2}} N \sqrt{(1 - f) \frac{s^2}{n}} \right] \quad (\text{A.30})$$

- Tamanho da amostra

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad (\text{A.31})$$

- Proporção de unidades na população que possuem a característica de interesse

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} = \mu \quad (\text{A.32})$$

- Estimador não viesado de  $P$

$$p = \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} = \frac{m}{n}, \quad (\text{A.33})$$

em que  $m$  é o número de elementos da amostra com determinada característica.

- Variância de  $p$

$$Var(p) = \frac{N - n}{N - 1} \frac{PQ}{n}, \quad (\text{A.34})$$

em que  $Q = 1 - P$ .

- Estimador não viesado da  $Var(p)$

$$\widehat{Var}(p) = (1 - f) \frac{pq}{n - 1} \quad (\text{A.35})$$

- O intervalo de confiança para  $P$

$$IC(P, 1 - \alpha) = \left[ p - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{(1 - f) \frac{pq}{n - 1}}; p + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{(1 - f) \frac{pq}{n - 1}} \right] \quad (\text{A.36})$$

## A.2 Amostragem Estratificada

Notação, em que  $h$  é o estrato e  $i$  é a unidade dentro do estrato:

- $N_h$ : número de elementos na população;
- $n_h$ : número de elementos na amostra;
- $h_{ih}$ : valor obtido para o  $i$ -ésimo elemento do estrato  $h$ ;
- $N = \sum_{h=1}^L N_h$ : tamanho da população;
- $W_h = \frac{N_h}{N}$ : peso do estrato, em que  $\sum_{h=1}^L W_h = 1$ ;

- $f_h = \frac{n_h}{N_h}$ : fração amostral do estrato;
- $\bar{Y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} y_{hi}}{N_h}$ : média populacional do estrato;
- $\bar{y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}}{n_h}$ : média amostral do estrato;
- $S_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} (y_{hi} - \bar{Y}_h)^2}{N_h - 1}$ : variância populacional do estrato;
- $T_h = \sum_{i=1}^{N_h} y_{hi}$ : total do estrato;
- $\bar{Y} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} y_{hi}}{N} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} N_h \bar{Y}_h}{N} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{N_h} W_h \bar{Y}_h$ : média populacional;
- $\bar{y} = \frac{\sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} n_h \bar{y}_h}{N}$ : média amostral;
- $n = \sum_{h=1}^L n_h$ : tamanho da amostra;
- $s_h^2 = \sum_{i=1}^{n_h} \frac{(y_{hi} - \bar{y}_h)^2}{n_h - 1}$ : variância amostral do estrato;
- Estimador da média populacional

$$\bar{y}_{st} = \sum_{i=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} \frac{n_h \bar{y}_h}{N} = \sum_{h=1}^L \sum_{i=1}^{n_h} W_h \bar{y}_h \quad (\text{A.37})$$

- Variância estimada da média populacional

$$\widehat{Var}(\hat{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L W_h^2 (1 - f_h) \frac{s_h^2}{n_h} \quad (\text{A.38})$$

- Total populacional

$$\hat{T}_{st} = N \sum_{h=1}^L w_h \bar{y}_h = N \sum_{h=1}^L \frac{N_h}{N} \bar{y}_h = \sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h \quad (\text{A.39})$$

- Variância estimada do total populacional

$$\widehat{Var}(\hat{T}_{st}) = \sum_{h=1}^L N_h^2 (1-f) \frac{s_h^2}{n_h} \quad (\text{A.40})$$

### A.2.1 Amostragem Estratificada Proporcional ( $AE_{pr}$ )

- Alocação proporcional

$$n_h = nW_h = n \frac{N_h}{N} \quad (\text{A.41})$$

- Fração amostral do estrato

$$f_h = \frac{nW_h}{NW_h} = \frac{n}{N} \quad (\text{A.42})$$

- Estimador da média populacional

$$\bar{y}_{st} = \sum_{h=1}^L W_h \bar{y}_h = \bar{y} \quad (\text{A.43})$$

- Variância estimada da média populacional

$$\widehat{Var}(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L W_h^2 \frac{s_h^2}{n_h} \quad (\text{A.44})$$

- Variância estimada do total populacional

$$V_{pr} = \widehat{Var}(\bar{y}_{st}) = \frac{1-f}{n} \sum_{h=1}^L W_h s_h^2 \quad (\text{A.45})$$

### A.2.2 Amostragem Estratificada Ótima ( $AE_{ot}$ )

- Função de custo linear

$$C = c_0 + \sum_{h=1}^L c_h + n_h \quad (\text{A.46})$$

em que  $C$  é o custo total da amostragem,  $c_0$  é o custo fixo e  $c_h$  é o custo por unidade.

- Alocação ótima

$$n_h = n \frac{\frac{N_h S_h}{\sqrt{c_h}}}{\sum_{h=1}^L \left( \frac{N_h S_h}{\sqrt{c_h}} \right)} \quad (\text{A.47})$$

em que o tamanho da amostra  $n$  vai depender dos casos:

- 1. Se o custo for fixado e deseja-se obter os  $n_h$ 's que minimizam a variância:

$$n = \frac{(C - c_0) \sum_{h=1}^L \left( \frac{N_h S_h}{\sqrt{c_h}} \right)}{\sum_{h=1}^L (N_h S_h \sqrt{c_h})} \quad (\text{A.48})$$

- 2. Se a variância for fixada e deseja-se obter os  $n_h$ 's que minimizam o custo:

$$n = \frac{\left( \sum_{h=1}^L W_h S_h \sqrt{c_h} \right) \sum_{h=1}^L \left( \frac{W_h S_h}{\sqrt{c_h}} \right)}{V + \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L (W_h S_h^2 \sqrt{c_h})} \quad (\text{A.49})$$

em que a variância é descrita por

$$Var(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L W_h^2 \frac{S_h^2}{n_h} \quad (\text{A.50})$$

- Alocação ótima de Neyman

$$n_h = \frac{n N_h S_h}{\sum_{h=1}^L N_h S_h} \quad (\text{A.51})$$

- Intervalo de confiança para  $\mu$

$$IC(\mu, 1 - \alpha) = \left[ \bar{y}_{st} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\sum_{h=1}^L (1 - f_h) W_h^2 \frac{S_h^2}{n_h}}; \bar{y}_{st} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\sum_{h=1}^L (1 - f_h) W_h^2 \frac{S_h^2}{n_h}} \right] \quad (\text{A.52})$$

# Anexo A

Tabela A.1 - Cursos de pós-graduação da UnB segundo grande área e colégio.

Colégio	Ciências da vida		
Grande área	Ciências agrárias	Ciências biológicas	Ciências da saúde
Curso	Ciência de Alimentos Ciências Agrárias I Medicina Veterinária Zootecnia/ Recursos Pesqueiros	Biodiversidade Ciências Biológicas I Ciências Biológicas II Ciências Biológicas III	Educação Física Enfermagem Farmácia Medicina I Medicina II Medicina III Nutrição Odontologia Saúde Coletiva
Colégio	Ciências exatas, tecnológicas e multidisciplinar		
Grande área	Ciências exatas e da terra	Engenharias	Multidisciplinar
Curso	Astronomia/ Física Ciência da Computação Geociências Matemática/ Probabilidade e Estatística Química	Engenharias I Engenharias II Engenharias III Engenharias IV	Biotecnologia Ciências Ambientais Ensino Interdisciplinar Materiais
Colégio	Humanidades		
Grande área	Ciências humanas	Ciências sociais aplicadas	Linguística, letras e artes
Curso	Antropologia/ Arqueologia Ciência Política e Relações Internacionais Ciências da Religião e Teologia Educação Filosofia Geografia História Psicologia Sociologia	Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo Arquitetura, Urbanismo e Design Comunicação e Informação Direito Economia Planejamento Urbano e Regional/ Demografia Serviço Social	Artes Linguística e Literatura

Fonte: CAPES (2019)

# Anexo B



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 07/12/2020 | Edição: 233-A | Seção: 1 - Extra A | Página: 1  
Órgão: Ministério da Educação/Gabinete do Ministro

### PORTARIA MEC Nº 1.038, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2020

Altera a Portaria MEC nº 544, de 16 de junho de 2020, que dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meio digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19, e a Portaria MEC nº 1.030, de 1º de dezembro de 2020, que dispõe sobre o retorno às aulas presenciais e sobre caráter excepcional de utilização de recursos educacionais digitais para integralização da carga horária das atividades pedagógicas, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19.

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos I e II, da Constituição, e considerando o art. 9º, incisos II e VII, da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017, resolve:

Art. 1º A Portaria MEC nº 544, de 16 de julho de 2020, passa a vigorar com as seguintes alterações:

\*Art. 1º .....

§ 1º O período de autorização de que trata o caput se estende até 28 de fevereiro de 2021.

..... (NR)

Art. 2º A Portaria MEC nº 1.030, de 1º de dezembro de 2020, passa a vigorar com as seguintes alterações:

\*Art. 1º As atividades letivas realizadas por instituição de educação superior integrante do sistema federal de ensino, de que trata o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017, deverão ocorrer de forma presencial a partir de 1º de março de 2021, recomendada a observância de protocolos de biossegurança para o enfrentamento da pandemia de Covid-19.\* (NR)

\*Art. 2º Os recursos educacionais digitais, tecnologias de informação e comunicação ou outros meios convencionais poderão ser utilizados em caráter excepcional, para integralização da carga horária das atividades pedagógicas, no cumprimento das medidas para enfrentamento da pandemia de Covid-19 estabelecidas em protocolos de biossegurança.

.....  
§ 5º Para fins estatísticos, as instituições deverão comunicar ao Ministério da Educação caso utilizem-se dos recursos de que trata o caput, mediante ofício, em até quinze dias após o início destas.\* (NR)

\*Art. 3º As instituições de educação superior poderão utilizar os recursos previstos no art. 2º de forma integral, nos casos de:

- I - suspensão das atividades letivas presenciais por determinação das autoridades locais; ou
- II - condições sanitárias locais que tragam riscos à segurança das atividades letivas presenciais.\*

(NR)

\*Art. 6º Esta Portaria entra em vigor em 1º de janeiro de 2021.\* (NR)

Art. 3º Ficam revogados:

- I - os arts. 4º e 5º da Portaria MEC nº 1.030, de 2020; e
- II - a Portaria MEC nº 544, de 2020.

Art. 4º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, com efeitos:

- I - em 1º de março de 2021, quanto ao disposto no art. 3º, caput, inciso II; e
- II - imediatos, quanto aos demais dispositivos.

MILTON RIBEIRO

Fonte: MEC (2020)

## Referências Bibliográficas

- AAPOR (2016). Final dispositions of case codes and outcome rates for surveys. american association for public opinion research.s. Technical report, AAPOR. URL [https://www.aapor.org/Standards-Ethics/Standard-Definitions-\(1\).aspx](https://www.aapor.org/Standards-Ethics/Standard-Definitions-(1).aspx). Acesso em 03 dez. 2020.
- AAPOR (2020). New considerations for survey researchers when planning and conducting rdd telephone surveys in the u.s. with respondents reached via cell phone numbers. Technical report, AAPOR. URL <https://www.aapor.org/Education-Resources/Reports/Cell-Phone-Task-Force-Report.aspx>. Acesso em 16 ago. 2020.
- Anatel (2020a). Painel de dados. Technical report, Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). URL <https://www.anatel.gov.br/paineis/acessos/telefoniamovel>. Acesso em 31 out. 2020.
- Anatel (2020b). Plano de numeração brasileira. Technical report, Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). URL <https://www.anatel.gov.br/setorregulado/plano-de-numeracao-brasileiro>. Acesso em 08 out. 2020.
- Babbie, E. (1999). *Métodos de pesquisas de survey*, volume 1. Ed. da UFMG Belo Horizonte.
- Battaglia, M. P., Izrael, D., Hoaglin, D. C., e Frankel, M. R. (2009). Practical considerations in raking survey data. *Survey Practice*, 2(5):1–10.
- BBC (2021). Covid-19 pandemic: Italy to shut shops and schools amid infection spike. Technical report, BBC. URL <https://www.bbc.com/news/world-europe-56382608>. Acesso em 04 abr. 2021.
- Bethlehem, J. (2009). *Applied survey methods: A statistical perspective*, volume 558. John Wiley & Sons.
- Bethlehem, J. (2010). Selection bias in web surveys. *International Statistical Review*, 78(2):161–188.
- Biel, A. L. (1967). Abuses of survey research techniques: the phony interview. *Public Opinion Quarterly*, 31(2):298–298.

- Biemer, P. P. (2010). Total survey error: Design, implementation, and evaluation. *Public Opinion Quarterly*, 74(5):817–848.
- Biemer, P. P. e Lyberg, L. E. (2003). *Introduction to survey quality*, volume 335. John Wiley & Sons.
- Binder, D. A. (1983). On the variances of asymptotically normal estimators from complex surveys. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, pages 279–292.
- Boni, R. B. (2020). Websurveys nos tempos de covid-19. *Cad Saúde Pública*, 36(7):1–4.
- Callegaro, M., Manfreda, K. L., e Vehovar, V. (2015). *Web survey methodology*. Sage.
- CAPES (2019). Áreas de avaliação. Technical report, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). URL <https://uab.capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao>. Acesso em 08 abr. 2021.
- Casella, G. e Berger, R. L. (1990). *Statistical inference*. Cengage Learning.
- CEPAL (2020). Recommendations for eliminating selection bias in household surveys during the coronavirus disease (covid-19) pandemic. Technical report, CEPAL. URL [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45553/1/S2000315\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45553/1/S2000315_en.pdf). Acesso em 04 ago. 2020.
- Chambers, R. L. e Skinner, C. J. (2003). *Analysis of survey data*. John Wiley & Sons.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques*, (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- CODEPLAN (2020). Pesquisa de emprego e desemprego. Technical report, CODEPLAN. URL <http://www.codeplan.df.gov.br/ped-passa-a-ser-realizada-por-telefone-e-presencialmente/>. Acesso em 04 abr. 2021.
- Cook, C., Heath, F., e Thompson, R. L. (2000). A meta-analysis of response rates in web-or internet-based surveys. *Educational and psychological measurement*, 60(6):821–836.
- Cooper, S. L. (1964). Random sampling by telephone—an improved method. *Journal of Marketing Research*, 1(4):45–48.
- Costantini, M., Sleeman, K. E., Peruselli, C., e Higginson, I. J. (2020). Response and role of palliative care during the covid-19 pandemic: a national telephone survey of hospices in italy. *Palliative medicine*.
- Couper, M. P. (2000). Web surveys: A review of issues and approaches. *The Public Opinion Quarterly*, 64(4):464–494.

Faleiros, F., K  ppler, C., Pontes, F. A. R., Silva, S. S. d. C., Goes, F. d. S. N. d., e Cucick, C. D. (2016). Uso de question  rio online e divulga  o virtual como estrat  gia de coleta de dados em estudos cient  ficos. *Texto & Contexto-Enfermagem*, 25.

Fricker, S., Galesic, M., Tourangeau, R., e Yan, T. (2005). An experimental comparison of web and telephone surveys. *Public Opinion Quarterly*, 69(3):370–392.

Fricker Jr, R. D. e Anderson, L. (2015). Raking: An important and often overlooked survey analysis tool. *Phalanx*, pages 36–42.

Grove, S. K., Burns, N., e Gray, J. (2012). *The practice of nursing research: Appraisal, synthesis, and generation of evidence*. Elsevier Health Sciences.

Groves, R. M. (1989). *Survey errors and survey costs*, volume 536. John Wiley & Sons.

Groves, R. M., Biemer, P. P., Lyberg, L. E., Massey, J. T., Nicholls, W. L., Waksberg, J., et al. (2001). *Telephone survey methodology*, volume 328. John Wiley & Sons.

Groves, R. M. e Kahn, R. L. (1979). *Surveys by Telephone; A national comparison with personal interviews*. New York: Academic Press.

Groves, R. M. e Lyberg, L. (2010). Total survey error: Past, present, and future. *Public opinion quarterly*, 74(5):849–879.

Hays, J. N. (2005). *Epidemics and pandemics: their impacts on human history*. ABC-CLIO, Santa Barbara, Calif, USA.

Hecksher, M. (2020). Valor impreciso por m  s exato: microdados e indicadores mensais baseados na pnad cont  nua. Technical report, Instituto de Pesquisa Econ  mica Aplicada (Ipea).

Heeringa, S. G., West, B. T., e Berglund, P. A. (2010). *Applied survey data analysis*. CRC press.

Hochstim, J. R. (1967). A critical comparison of three strategies of collecting data from households. *Journal of the American statistical Association*, 62(319):976–989.

IASS (2021). Positioning household surveys for the next decade. Technical report, International Association of Survey Statisticians (IASS). URL <http://isi-iass.org/home/events/positioning-household-surveys-for-the-next-decade-haoyi-chen-inter-secr>. Acesso em 20 dez. 2021.

IBGE (2018). Proje  o da popula  o em 2018. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estat  stica (IBGE). URL [ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao\\_da\\_Populacao/Projecao\\_da\\_Populacao\\_2018/Populacoes\\_Projetadas\\_Mensais\\_dia\\_01\\_ate\\_2030.xlsx](ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao_da_Populacao/Projecao_da_Populacao_2018/Populacoes_Projetadas_Mensais_dia_01_ate_2030.xlsx). Acesso em 12 out. 2021.

- IBGE (2020a). Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2019. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). URL <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101794>. Acesso em 19 set. 2021.
- IBGE (2020b). Censo 2020 adiado para 2021. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). URL <https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques.html?destaque=27161>. Acesso em 07 set. 2020.
- IBGE (2020c). Pesquisa nacional por amostra de domicílios - pnad covid19. Technical report, IBGE. URL <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/investigacoes-experimentais/estatisticas-experimentais/2988-np-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-pnad-covid19/27946-divulgacao-semanal-pnadcovid1.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 12 ago. 2020.
- IBGE (2020d). Pesquisa pulso empresa. Technical report, IBGE. URL <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28245-nova-pesquisa-monitora-impacto-da-pandemia-de-covid-19-nas-empresas>. Acesso em 04 abr. 2021.
- IBGE (2020e). Plano amostral da pnad contínua. Technical report, IBGE. URL [notas\\_metodologicas.pdf \(https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/17270-pnad-continua.html?=&t=downloads\)](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/17270-pnad-continua.html?=&t=downloads). Acesso em 30 jun. 2021.
- IBGE (2020f). Plano amostral da pnad covid19. Technical report, IBGE. URL [liv101726.pdf \(ibge.gov.br\)](https://www.ibge.gov.br/livros/101726-plano-amostral-da-pnad-covid-19.html). Acesso em 04 abr. 2021.
- IBGE (2020g). Suspensão da coleta domiciliar da pnad contínua. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). URL <https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques.html?destaque=27159>. Acesso em 07 set. 2020.
- IBGE (2021). Orçamento do censo 2022. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). URL <https://www.ibge.gov.br/pt/novo-portal-destaques/31902-sobre-a-complementacao-do-orcamento-do-censo-2022.html>. Acesso em 26 fev. 2022.
- Kempf, A. M. e Remington, P. L. (2007). New challenges for telephone survey research in the twenty-first century. *Annu. Rev. Public Health*, 28:113–126.
- Kish, L. (1965a). *Survey sampling*. Wiley: New York.
- Kish, L. (1965b). *Survey sampling: John Willey and Sons, Inc. NY*.

Korn, E. L. e Graubard, B. I. (1995). Examples of differing weighted and unweighted estimates from a sample survey. *The American Statistician*, 49(3):291–295.

Kuyven, N. L., Antunes, C. A., de Barros Vanzin, V. J., da Silva, J. L. T., Krassmann, A. L., e Tarouco, L. M. R. (2018). Chatbots na educação: uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE*, 16(1).

Lepkowski, J. M., Tucker, C., Brick, J. M., de Leeuw, E., Japac, L., Lavrakas, P. J., Link, M. W., e Sangster, R. L. (2008). *Advances in telephone survey methodology*. Wiley Online Library.

Lessler, J. T., Kalsbeek, W. D., et al. (1992). *Nonsampling error in surveys*. Wiley.

Little, R. J. (1986). Survey nonresponse adjustments for estimates of means. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, pages 139–157.

Little, R. J. e Vartivarian, S. (2005). Does weighting for nonresponse increase the variance of survey means? *Survey Methodology*, 31(2):161.

Lohr, S. L. (1999). *Sampling: Design and Analysis: Design And Analysis*. CRC Press.

Lyberg, L. (2012). Survey quality. *Survey Methodology*, 38(2):107–130.

Manfreda, K. L. e Vehovar, V. (2002). Survey design features influencing response rates in web surveys. *The international conference on improving surveys proceedings*, pages 25–28.

McCarthy, P. J. (1969). *Pseudoreplication: Furthur Evaluation and Application of the Balanced Half-sample Technique*. Number 31. US Health Services and Mental Health Administration.

McNemar, Q. (1947). Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika*, 12(2):153–157.

MEC (2020). Portaria mec nº 1.038, de 7 de dezembro de 2020. Technical report, Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. URL <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mec-n-1.038-de-7-de-dezembro-de-2020-292694534>. Acesso em 04 abr. 2021.

Ministério da Economia (2020). Esclarecimento sobre a divulgação do caged. Technical report, Ministério da Economia - Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. URL [https://www.gov.br/economia/pt-br/canais\\_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/2020/marco/esclarecimento-sobre-a-divulgacao-do-caged](https://www.gov.br/economia/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/2020/marco/esclarecimento-sobre-a-divulgacao-do-caged). Acesso em 07 set. 2020.

Mitofsky, W. (1970). Sampling of telephone households. *unpublished CBS News memorandum*.

Money Times (2020). Petrobras aprova regras para teletrabalho permanente do setor administrativo. Technical report, Money Times. URL <https://www.moneytimes.com.br/petrobras-aprova-regras-para-teletrabalho-permanente-do-setor-administrativo>. Acesso em 07 set. 2020.

MS (2020). Resposta nacional e internacional de enfrentamento ao novo coronavírus. Technical report, Ministério da Saúde. URL <https://coronavirus.saude.gov.br/linha-do-tempo/>. Acesso em 24 ago. 2020.

Muzna Alvi, Shweta Gupta, R. M.-D. e Ringler, C. (2020). Phone surveys to understand gendered impacts of covid-19: A cautionary note. Technical report, CGIAR. URL <https://pim.cgiar.org/2020/07/14/phone-surveys-to-understand-gendered-impacts-of-covid-19-a-cautionary-note/>. Acesso em 07 set. 2020.

Nathan, G. (2001). Telesurvey methodologies for household surveys-a review and some thoughts for the future? *Survey Methodology*, 27(1):7–32.

NBS (2020). Covid-19 national longitudinal phone survey 2020. Technical report, National Bureau of Statistics (NBS). URL <https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/3712/study-description>. Acesso em 24 ago. 2020.

OMS (2020a). Coronavirus disease (covid-2019) situation reports. Technical report, Organização Mundial da Saúde (OMS). URL <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>. Acesso em 12 ago. 2020.

OMS (2020b). Disease outbreak news. Technical report, Organização Mundial da Saúde (OMS). URL <https://www.who.int/csr/don/05-january-2020-pneumonia-of-unknown-cause-china/en/>. Acesso em 30 ago. 2020.

OMS (2021). Enhancing response to omicron sars-cov-2 variant. Technical report, Organização Mundial da Saúde (OMS). URL [https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-\(b.1.1.529\)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states](https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-(b.1.1.529)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states). Acesso em 30 jan. 2022.

Penna, G. (2020). Pnad covid-19 – um novo e poderoso instrumento para vigilância em saúde no brasil. Technical report, Fiocruz. URL <http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/17673?id=17673>. Acesso em 30 ago. 2020.

Pereira, A. K., Machado, R. A., Cavalcante, P. L. C., Gomide, A. d. Á., Bersch, K., Magalhães, A. G., Goellner, I. d. A., e Pires, R. R. C. (2019). Qualidade do governo e capacidades estatais: resultados do survey sobre governança aplicado no brasil: projeto de pesquisa governança-"the governance project": relatório final do survey.

Quenouille, M. H. (1956). Notes on bias in estimation. *Biometrika*, 43(3/4):353–360.

- Rogers, T. F. (1976). Interviews by telephone and in person: Quality of responses and field performance. *Public Opinion Quarterly*, 40(1):51–65.
- Sangster, R. L. (2003). Do current methods used to improve response to telephone surveys reduce nonresponse bias? *United States Department of Labour*.
- Särndal, C.-E., Swensson, B., e Wretman, J. (2003). *Model assisted survey sampling*. Springer Science & Business Media.
- Schonlau, M., Asch, B. J., e Du, C. (2003). Web surveys as part of a mixed-mode strategy for populations that cannot be contacted by e-mail. *Social Science Computer Review*, 21(2):218–222.
- Schonlau, M., Zapert, K., Simon, L. P., Sanstad, K. H., Marcus, S. M., Adams, J., Spranca, M., Kan, H., Turner, R., e Berry, S. H. (2004). A comparison between responses from a propensity-weighted web survey and an identical rdd survey. *Social science computer review*, 22(1):128–138.
- Shum, H.-Y., He, X., e Li, D. (2018). From eliza to xiaoice: challenges and opportunities with social chatbots. *arXiv preprint arXiv:1801.01957*.
- Slonim, M. J. (1957). Sampling in a nutshell. *Journal of the American Statistical Association*, 52(278):143–161.
- Thornberry, O. T. e Massey, J. T. (1988). *Trends in United States telephone coverage across time and subgroups*. Wiley New York.
- Torini, D. (2016). Questionários on-line. *ABDAL, Alexandre; OLIVEIRA, Maria Carolina Vasconcelos; GHEZZI, Daniela Ribas*, pages 52–75.
- Tourangeau, R., Couper, M. P., e Conrad, F. (2004). Spacing, position, and order: Interpretive heuristics for visual features of survey questions. *Public opinion quarterly*, 68(3):368–393.
- Trewin, D. e Lee, G. (1988). *International comparisons of telephone coverage. Telephone Survey Methodology*. New York: John Wiley & Sons.
- Tucker, C., Lepkowski, J. M., e Piekarski, L. (2002). The current efficiency of list-assisted telephone sampling designs. *Public Opinion Quarterly*, 66(3):321–338.
- Tukey, J. (1958). Bias and confidence in not quite large samples. *Ann. Math. Statist.*, 29:614.
- United Nations (2020). Carrying out a telephone survey under the impact of covid-19 — what to consider. Technical report, United Nations. URL <https://covid-19-response.unstatshub.org/statistical-programmes/telephone-surveys-what-to-consider/>. Acesso em 14 set. 2020.

- USP (2020). Mulheres foram mais afetadas emocionalmente pela pandemia. Technical report, Universidade de São Paulo. URL <https://jornal.usp.br/ciencias/mulheres-foam-mais-afetadas-emocionalmente-pela-pandemia/>. Acesso em 03 out. 2021.
- Valliant, R. (2004). The effect of multiple weighting steps on variance estimation. *Journal of Official Statistics*, 20(1):1–18.
- Wachelke, J., Natividade, J., de Andrade, A., Wolter, R., e Camargo, B. (2014). Caracterização e avaliação de um procedimento de coleta de dados online (corp). *Avaliação Psicológica*, 13(1):143–146.
- Waksberg, J. (1978). Sampling methods for random digit dialing. *Journal of the American Statistical Association*, 73(361):40–46.
- Wiebe, E. F., Eyerman, J., e Loft, J. (2001). Evaluating nonresponse in a web-enabled survey on health and aging.
- Wild, C. J. e Seber, G. A. (2004). Encontros com o acaso: um primeiro curso de análise de dados e inferência. *Rio de Janeiro, LTC*.
- Woodruff, R. S. (1971). A simple method for approximating the variance of a complicated estimate. *Journal of the American Statistical Association*, 66(334):411–414.