

CAPÍTULO VII

Planejamento da Pesquisa

VII-1 Que ações antecedem o planejamento da pesquisa?

A exigência por publicação em revistas de bom nível internacional intensificou-se no Brasil no final da década de 90. Essa exigência, no entanto, carecia de estratégias básicas para que a comunidade científica pudesse atingi-la. Essas estratégias são óbvias: construção de projetos sólidos e inovadores e treinamento em comunicação científica. Isso, no entanto, levou quase 20 anos para despontar no país, no final da primeira década do século XXI - e algumas áreas ainda estão defasadas em relação a isso!

Atualmente os programas de pós-graduação estão dando mais importância e atenção ao projeto, pois sabem que dele dependerá a qualidade da produção na maioria dos casos. Dentro dessa ótica, mostro o que costumo chamar de passos para uma publicação internacional eficiente.

1º Passo: escolha o nível da revista que pretende publicar (veja o nível das revistas em III-5, ou pode ser mais específico – mas não escolha a revista, apenas o nível).

2º Passo: examine artigos de revistas desse nível, na área de sua pesquisa. Há uma restrição importante: evite artigos de autores consagrados ou autores de países consagrados. Esses

autores têm facilitadores que nós, muitas vezes, não temos. Esta observação retrata o ambiente de preconceito em que somos analisados. Ele existe, mas deve ser enfrentado com competência. De preferência, examine artigos de brasileiros (sem coautorias internacionais consagradas) publicados nessas revistas. Com certeza os artigos desses autores passaram pelo mesmo crivo rígido ao qual seu manuscrito será submetido.

3º Passo: examine a novidade do objetivo/conclusão desses artigos. Tente entender porque essas revistas quiseram publicar tais ideias. Se tiver dificuldade, leia atentamente a Introdução e a Discussão, que tais novidades estarão explicitadas nesses locais. Lembre-se de que nem sempre o que você imagina que seja novidade na sua área seja, de fato, novidade na ciência internacional. Aqui você aprende o estado da arte em sua especialidade.

4º Passo: examine nesses artigos a robustez metodológica. Veja se as técnicas que pretende usar estão ali, ou já se tornaram obsoletas nesse nível de ciência. Veja o rigor metodológico, examinando os delineamentos do estudo (incluem duplo-cegos e controles positivos? Quantas réplicas são usadas?). Enfim, veja isto com atenção. Não descarte nada apenas porque você não é capaz de fazer. Lembre-se de que está aqui para aprender.

5º Passo: Agora, e somente agora, escolha o projeto que desenvolverá para atingir o nível de revista pretendido. Note que esta proposta é puramente administrativa e educacional. Ela lhe ensina, a partir da prática em sua especialidade, o que é qualidade científica e, mais ainda, lhe ensina a planejar a pesquisa pensando aonde deseja chegar. Não se trata de fazer uma pesquisa e depois sair à busca de revistas para ver em qual conseguirá publicar. A proposta é outra: veja onde deseja depositar sua pesquisa, aprenda os requisitos necessários para atingir esse nível e planeje uma pesquisa condizente.

VII-2 Por que é necessário o planejamento da pesquisa?

O planejamento do estudo permite ao cientista prever as várias etapas e situações da pesquisa. Assim, fornece a possibilidade de se corrigir antecipadamente situações possivelmente inadequadas. O planejamento da pesquisa tem a mesma função que o planejamento de qualquer outra atividade humana. Por exemplo, uma viagem. Embora várias situações não previstas possam surgir, muitos problemas podem ser eliminados, ou minimizados, por meio de um planejamento prévio. Além disso, a experiência adquirida em situações anteriores auxilia muito no planejamento de situações futuras. Quem nunca viajou ao exterior, planeja sua viagem, mas tem mais surpresas do que aquele que já possui esse tipo de experiência.

A capacidade de prever problemas na atividade a ser iniciada varia muito entre os cientistas e, certamente, é influenciada pela experiência de cada um na área em questão. Por exemplo, quem

já trabalhou com aprendizagem de camundongos terá maiores chances de prever os problemas que costumam surgir numa investigação desse tipo.

Mas não é só na previsão de problemas que o planejamento tem importância. A própria definição do delineamento da pesquisa requer um planejamento anterior. Por exemplo, se sabemos antecipadamente que estaremos lidando com algum tipo de variável que apresenta valores muito destoantes entre si, teremos que escolher um delineamento que considere essa peculiaridade de nossa amostra, incluindo uma amostragem maior (veja VII-15).

O delineamento permite garantir que o objetivo da pesquisa seja atingido (em termos de resposta a uma pergunta ou teste a uma hipótese) (veja VII-10). Tanto é assim que a decisão de financiamento para uma pesquisa é feita considerando-se, principalmente, a qualidade do cientista, a relevância do objetivo e a adequação da estratégia do estudo.

Digo mais, com a elaboração do planejamento, o cientista pode prever a viabilidade de publicação do estudo num periódico de alto nível (veja VII-1). Isso ocorre porque nessa fase temos condição de mostrar que a hipótese (ou a pergunta) contida no objetivo do trabalho é relevante e será adequadamente testada. Ou seja, se as variáveis que devem ser controladas estarão sendo controladas, se o delineamento adequado será utilizado, se as repetições mínimas necessárias serão feitas, se as análises previstas são adequadas, se o objetivo proposto é relevante, se as técnicas propostas são fidedignas ao que se pretende testar etc. O restante é resultado e não dá para prever.

Quando no projeto de pesquisa, essas demonstrações são fundamentais para que não se invista tempo e dinheiro (geralmente público) numa atividade equivocada. É evidente que a realização da pesquisa pode trazer problemas não previstos. Nesses casos, houve falha no planejamento ou a situação investigada possuía grau de novidade que não permitia tal planejamento. Porém, na segunda possibilidade, a incerteza de sucesso pode até estar presente no planejamento, visto tratar-se de assunto que, por suas peculiaridades, não permite a previsão detalhada de determinadas situações. Apesar disso, esses casos são mais exceções do que regra e os estudos-piloto auxiliam bastante (veja VII-9).

Infelizmente, não faz parte da rotina da maioria dos cientistas a redação de um plano de pesquisa antes de iniciar a fase de coleta de dados. Geralmente isso é feito apenas quando se requer auxílio financeiro (exigência da financiadora) ou, algumas vezes, por exigência da instituição (por ex., pós-graduação).

Às vezes, os planejamentos são tão vagos que não justificam a importância que têm para a pesquisa. O que ocorre nessas situações é que o experimentador geralmente estrutura a *pesquisa* após a coleta de dados (tendo até, eventualmente, que mudar o objetivo inicial); ou seja, de posse dos dados coletados tenta reestruturar a pergunta inicial, o objetivo e o delineamento inicialmente propostos. Tais tipos de improvisação raramente levam ao sucesso e geralmente constroem pesquisas equivocadas ou cientificamente pobres, cujo destino será a gaveta do cientista, a divulgação em anais de congresso ou a publicação em periódico de baixo escalão (prejudicando tais revistas e depondo contra a ciência do seu país).

Um último e importante aspecto do planejamento refere-se ao nosso cronograma de ações. Indica o tempo estimado para cada etapa da pesquisa e, conseqüentemente, a duração total da pesquisa. Pesquisas que ultrapassam o tempo previsto falham nessa parte do planejamento. Ou, o que também é frequente, o cientista falha em não seguir o cronograma proposto. Muitas vezes o cronograma é inserido no projeto, mas depois disso não é mais visto. A pesquisa segue como se aquelas divisões de tempo fossem etapas vencidas. Ora, é o cronograma que nos mostra se estamos atrasados, adiantados ou no tempo correto com nosso projeto. Assim, faça um cronograma detalhado e exequível, baseado em curtos intervalos de tempo (meses ou bimestres) e consulte-o mensalmente para saber se você está no prazo, adiantado ou atrasado. Sem isso, entregue o sucesso a Deus!

VII-3 Quais as diferenças entre pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa?

Basicamente a diferença está no tipo de dados que coletam e, conseqüentemente, nos instrumentos de coleta e análise desses dados. A quantitativa mede numericamente as variáveis, enquanto a qualitativa trabalha com a qualidade dos itens (por ex., gosta ou não gosta, bom ou ruim, presença ou ausência, tipos de palavras que expressam determinada emoção etc.).

Nos dois casos, no entanto, o cientista está buscando evidências do mundo natural (numérica ou qualitativa) com base nas quais diz algo sobre esse mundo. Ou seja, nos dois casos está fazendo ciência empírica. Portanto, não tem sentido falar em ciência qualitativa e ciência quantitativa, visto que são apenas duas metodologias da ciência empírica.

Como as metodologias são diferentes, as formas de análise são diferentes. O poder das conclusões pode também ser diferente, mas não dá para dizer que uma é mais robusta que a outra. São formas diferentes de se olhar uma mesma realidade. Assim, ambas têm vantagens e desvantagens. A melhor alternativa é entender que as abordagens *quali* e *quanti*, como são comumente referidas, são ferramentas importantes para o cientista. Dependendo da problemática do estudo, uma pode ser preferível à outra e, em alguns casos, ambas podem se completar para um melhor entendimento da questão.

Um adendo importante é que algumas pessoas buscam a pesquisa *quali* exatamente por não gostarem de trabalhar com números. É um erro teórico, mas existe. Se numa questão o número for importante, ele deve ser usado e processado com o máximo rigor, o que inclui estatística na maioria dos casos. Mais importante ainda é uma ressalva que eu e Rodrigo Barreto deixamos em nosso livro *Estatística Sem Dor!!!* (Volpato e Barreto 2011). Como os fenômenos investigados estão acima de divergências metodológicas, os cientistas que fazem pesquisa *quanti* terão que ler artigos de pesquisa *quali*, sendo o inverso também verdadeiro (*quali* lendo *quanti*). Não dá para se fechar numa metodologia e buscar entender o universo a partir disso. Assim, o cientista deve dominar ao menos os elementos básicos dessas duas abordagens metodológicas para não ter que aceitar conclusões publicadas sem ter elementos para discriminar as válidas das não válidas. Apenas não entender

uma dessas abordagens não é premissa válida para sustentar sua opção irrestrita por uma delas. Além disso, lembre-se que muitas pesquisas usam abordagens *quali* e *quanti* num mesmo estudo.

Embora alguns possam imaginar que o grau de generalização das conclusões seja diferente entre essas duas abordagens, isso não é verdade. Em todos os casos estamos fazendo ciência natural, que pressupõe construir explicações gerais sobre os fenômenos naturais.

VII-4 Pesquisa de campo ou de laboratório: qual a melhor?

Muitos alunos decidem ser cientistas tendo como definição prévia a pesquisa de campo ou de laboratório. Chegam a escolher orientadores em função desse tipo de abordagem. Em casos extremos, chegam a um menosprezo recíproco. Todas essas atitudes refletem a inadequada formação do cientista; em particular, sua estreita visão do método científico.

Precisamos, inicialmente, conhecer as vantagens e desvantagens de cada tipo de estudo (campo e laboratório) para o processo da pesquisa científica.

Os **estudos de laboratório** têm a vantagem de permitir um controle bastante rígido das variáveis que afetam o fenômeno em estudo. Assim, garantem a manipulação mais precisa da variável investigada e, portanto, permitem inferências mais detalhadas. Além disso, o estudo de aspectos internos dos organismos é geralmente muito mais adequado no laboratório. Apesar dessas vantagens, as situações em laboratório nunca reproduzirão exatamente a situação da natureza, por mais cuidadosa que seja a montagem do estudo. Essa limitação deve ser compreendida, pois negligência a esse fato leva o cientista a extrapolações muitas vezes infundadas ou precipitadas.

Os **estudos de campo** ganham força por permitirem estudar um fenômeno natural numa situação natural. Esses estudos são feitos em situação na qual todas as variáveis estão presentes. A presença desse *todo*, que é o aspecto positivo num dado contexto, limita uma análise mais detalhada sobre a importância relativa de cada fator presente nessa situação global. Nesse caso, análises de correlação e associação contribuem para se discriminar o efeito de cada fator (veja VII-10, VII-11 e VII-12). No caso da saúde pública, por exemplo, há vários métodos que procuram indicar o quanto alguma característica (por ex., gênero, peso corporal, idade, condições climáticas) pode ter interferido num certo fenômeno (por ex., propensão a certo tipo de doença ou chance de ocorrer alguma epidemia). É óbvio que nos estudos de campo também podemos controlar variáveis, mas geralmente são grandes as limitações.

Do exposto acima, fica claro que a conduta mais adequada contempla ambas as abordagens, os estudos de campo e os de laboratório. No entanto, quem definirá a maior adequação do desenvolvimento do estudo no campo ou no laboratório será o objetivo da pesquisa, e não o preconceito do cientista. Se desejarmos investigar o período do ano em que ocorre maior crescimento de determinada espécie de organismo, o mais adequado será adotarmos estudos de campo, onde os indivíduos estarão sob ação de vários fatores que podem oscilar ao longo do ano. Se, por outro lado,

desejamos conhecer os fatores responsáveis por essa associação (época do ano e crescimento), a melhor abordagem poderá ser por meio de estudos laboratoriais, onde isolamos fatores com mais facilidade. Se quiser saber as razões que levam certa população a consumir determinado produto, é melhor investigar no local do consumo, onde os sujeitos vivenciam essa situação. Se optar por fazer entrevistas em seu escritório, certamente o contexto será outro e racionalizações poderão interferir nas respostas. Porém, temos que admitir que, nesse caso, os dois tipos de estudo se complementam. Há alguns casos, no entanto, em que cada estudo é suficiente em si. O que deve ficar claro é que o cientista deve utilizar os estudos de campo e de laboratório como parte de suas ferramentas disponíveis para essa interessante tarefa de busca do conhecimento dos fenômenos naturais. Limitar-se às ferramentas é, antes de tudo, limitar a própria capacidade de enxergar.

VII-5 Método ou técnica?

Na prática da pesquisa, muitas vezes se usa método como sinônimo de técnica. Método, no entanto, pode ser usado para significar os processos lógicos de aquisição de conhecimento empregados na ciência. Assim, há basicamente dois métodos: o dedutivo e o indutivo (veja X-2).

O método dedutivo consiste na elaboração de ideias (teses, hipóteses etc.) com a posterior coleta de dados para teste dessas conjecturas. No método indutivo preconizamos o contrário. Estabelecido determinado tema, coletamos dados e, posteriormente, abstraímos desses dados generalizações possíveis. Ou seja, partimos do geral para o particular (*dedutivo*) ou do particular para o geral (*indutivo*). Por exemplo, se estresse aumenta a chance de ocorrência de doença, então determinado indivíduo estressado contrairá mais facilmente uma enfermidade (*método dedutivo*). Ou, se da amostra analisada apenas os indivíduos estressados contraíram doença, então o estresse facilita a instalação dessa doença na população (*método indutivo*).

Nos dois casos, dedutivo ou indutivo, os meios específicos utilizados para coleta dos dados são as técnicas. Assim, há técnicas para coleta de sangue, para determinação dos níveis de açúcar no sangue, para definição das relações filogenéticas entre espécies, para análise estatística de dados, para conhecermos a opinião das pessoas sobre determinados temas etc.; mas somente dois métodos de pesquisa.

Há filósofos da ciência que se apegam apenas a um desses métodos (*dedutivo* ou *indutivo*). Alguns chegam inclusive a propor que o método indutivo não existe. O raciocínio é como segue. Tudo que observamos na natureza inevitavelmente passa antes pela nossa bagagem conceitual. Ou seja, nossas observações estão inexoravelmente vinculadas às nossas ideias. Assim, nunca vemos as coisas em si, mas deformações produzidas não apenas pelos nossos órgãos sensoriais, mas também pelas nossas pré-concepções (veja Parte 1). Um exemplo é apresentado no livro *O Pequeno Príncipe* (Saint-Exupéry 2006). Esse autor apresenta um desenho que as pessoas reconheciam como um chapéu. Porém, ele queria representar outra coisa: a silhueta de uma jiboia que engoliu um elefante. Recordo-me do caso de um emérito professor que projetou diapositivos de um determinado tecido animal e passou a explicar aos alunos o que aparecia nessa projeção. No entanto, havia na tela de

projeção uma mancha que, obviamente, sobressaiu no tecido projetado. Essa mancha foi interpretada como parte patológica do tecido. Somente no slide seguinte ele percebeu que se tratava de uma mancha na tela. A genialidade desse professor o fez rir da situação, felizmente! Mas isso mostra como o fato observado é, em si, insuficiente para nos *dizer* do que se trata. Da mesma forma, pessoas treinadas a estudar o comportamento reprodutivo podem rapidamente interpretar determinadas interações sociais como *tentativas de cópula*, enquanto outros podem *vê-las* como brigas. O que nos chega ao sentido é apenas o que nosso sistema sensorial consegue captar e da forma como consegue *fazê-lo*, nada mais! O universo que pretendemos conhecer é muito mais rico do que o nosso precário aparato sensorial pode apreender. Essa barreira também impede que os dados nos indiquem claramente como as coisas são.

Outro aspecto a considerar é que, num sentido mais prático, a ocorrência de alguns fatos direciona a interpretação do cientista. Por exemplo, ao realizar observações sobre a reprodução em grupos de peixes, pode repentinamente notar que não apenas um animal do grupo se acasalou com as fêmeas, mas outros também o fizeram. Essa constatação pode agora direcionar o pensamento do cientista na interpretação da dinâmica da reprodução em grupo nessa espécie. Mesmo que se admita que cada fato observado foi permeado por teorias anteriores, não se destrói a importância que esse fato inesperado teve no direcionamento teórico do cientista. Nesse caso mais grosseiro, podemos dizer que a observação auxiliou a teoria, particularmente pelo caráter inusitado do fato surgido.

Em resumo, dadas as ressalvas apresentadas acima, podemos considerar os métodos dedutivo e o indutivo como estratégias mais amplas na aquisição do conhecimento, enquanto que as outras formas que direcionam a coleta de dados específicos seriam as técnicas.

Essa divisão tem levado alguns cientistas a questionarem se devemos nomear no artigo a seção no formato Material e Métodos, ou ainda Métodos. Trata-se de uma discussão inócua, pois o mesmo termo pode ser usado com sentido diferente [veja, por exemplo, as palavras *ursa* (animal) e *ursa* (constelação); *dado* (peça de jogo) e *dado* (verbo dar); *burrinho* (diminutivo do animal burro) e *burrinho* (bomba do freio hidráulico de automóveis)]. Como evitar a confusão? O contexto não deixa dúvida. Assim, quando lemos a palavra Método num discurso sobre a lógica científica, devemos pensar nos métodos dedutivo e indutivo. Mas se ele aparece como parte de um texto científico (principalmente na área empírica), certamente estará englobando também as técnicas. Não considerar isso é ater-se a um perfeccionismo linguístico que já não faz mais sentido.

VII-6 Devemos preferir as técnicas sofisticadas?

As técnicas sofisticadas fascinam! Por serem caras, também fascinam, particularmente num momento em que se qualificam os cientistas com base no montante de recursos que conseguem obter das agências financiadoras e de empresas. Mas isso não é ciência... é apenas capitalização da atividade científica. É evidente que, para algumas áreas, técnicas caras são necessárias, mas isso não é definido pela área, mas pela pergunta que se quer responder. Nunca será uma definição geral e

irrestrita entre áreas. Por isso, nunca deve ser usada para qualificar cientistas, mesmo dentro de uma área¹³² (pois técnicas mais simples podem resultar em conclusões fantásticas).

O importante é estarmos atentos para não investirmos mais na sofisticação tecnológica da metodologia do que na sofisticação intelectual das conclusões. Um exemplo é a utilização de uma balança analítica (4 ou mais dígitos decimais) para avaliação do crescimento anual de peixes. O que nos mostra que esse uso é uma sofisticação desnecessária é o fato de a variação de peso durante o crescimento anual ser de uma magnitude grande o suficiente para fazer com que a informação contida a partir da parte decimal da medida seja insignificante. Em resumo, a adequação da sofisticação instrumental depende do comportamento do parâmetro que nos propomos a medir. Tal sofisticação não recai apenas nas técnicas caras. Pode significar um questionário complexo e extenso (cerca de 120 questões) para saber qual a intenção das pessoas no momento da compra dos produtos em *shopping centers*. Muitas vezes a complexidade metodológica apenas reflete o pensamento difuso do cientista, sua crença na qualidade baseada em quantidade, ou mera vaidade.

Apesar do exposto acima, há sofisticações técnicas que facilitam a aceitação do trabalho pela comunidade científica. Isso ocorre por causa dos paradigmas tecnológicos (veja II-11, item c). São crenças que oscilam ao longo do tempo, como modismos, mas que são fortes o suficiente para direcionar a prática da pesquisa. Por exemplo, as técnicas estatísticas, tão comuns hoje em dia, sequer tinham espaço no início do século XX. Nessa época não se misturava biologia com matemática (veja Volpato 2007). Atualmente, um paradigma muito forte na maioria das áreas biológicas e exatas é a aceitação apenas dos resultados quantitativos embasados estatisticamente. Como esses, há paradigmas em termos de técnicas específicas de dosagens, uso de computadores e filmagens na análise comportamental, entre outros.

Os paradigmas tecnológicos geralmente forçam a sofisticação técnica da pesquisa e é necessário um grande empenho para reverter esse quadro. Porém, na história da ciência, a simplicidade tecnológica muitas vezes revelou soluções geniais. Apesar dessa dicotomia (simplicidade x sofisticação), cada problema específico investigado (o objetivo da pesquisa) possui elementos que nos permitem indicar o melhor caminho. É fundamental que não ocorra uma busca por simplicidade ou por sofisticação *a priori*; mas que o objetivo da pesquisa defina os meios. A crítica deve ser objetiva o suficiente para se evitar preconceitos em relação aos dois lados.

132 Pode haver exceções, como algumas linhas de pesquisa sobre aceleração de partículas, atividades cerebrais, bioquímica, análises geológicas etc. Mas são exceções.

VII-7 Qual deve ser o papel do estatístico na definição do planejamento da pesquisa?

"To consult the statistician after an experiment is finished is often merely to ask him to conduct a post-mortem examination. He can perhaps say what the experiment died of."

[Ronald Aylmer Fisher]

É muito comum que os cientistas atribuam a tarefa do delineamento ao estatístico. É notório que eles executem tal tarefa com muita propriedade. Porém, o delineamento é uma das tarefas fundamentais da atividade científica. É análogo à seguinte situação: se considerarmos as conclusões como sendo os peixes num lago, o planejamento seria a estratégia de pesca (horário, local, tipo de rede ou anzol, isca etc.). Assim como o bom pescador não se contenta em simplesmente jogar a rede ou puxar a vara de pesca, o cientista não deveria se contentar em simplesmente coletar os dados num delineamento determinado por outros. Na construção da pesquisa, o delineamento é parte integrante, principalmente considerando-se que numa mesma pesquisa pode haver dois ou mais delineamentos possíveis. A escolha do delineamento envolve ponderações que competem ao cientista. É evidente que nos casos em que a pesquisa convirja para análises estatísticas dos dados (veja IX-3), a opinião do especialista (estatístico) é importante, principalmente para se adequar os testes estatísticos a serem usados (se necessários), definir o número mínimo de réplicas e características da amostragem. Mesmo que o estatístico venha a opinar sobre o delineamento proposto, isso não desobriga o cientista da elaboração do delineamento. Afinal, a defesa da pesquisa envolve também a defesa do delineamento adotado (veja VII-13). Não basta elaborar objetivos ousados, é necessário desenvolvê-los com clareza e elegância.

VII-8 Todo trabalho quantitativo necessita de análise estatística?

Antes de responder a esta pergunta, é necessário conhecermos um pouco da história do desenvolvimento da matemática como método de análise na ciência. Para essa descrição utilizarei como pano de fundo a biologia, mas a conclusão é perfeitamente generalizável a outras áreas da ciência.

O exemplo clássico é sobre Mendel, que utilizou cálculos matemáticos para a fundamentação e elaboração de suas ideias sobre o que hoje conhecemos como genética e, por esse motivo, teve seu trabalho incompreendido por seus examinadores. Outros fatores também influíram, como a própria novidade de sua abordagem, mas a incompreensão dos fundamentos apresentados por

Mendel decorreu grandemente da resistência que os cientistas tinham naquela época pela utilização da matemática em assuntos de biologia. Mais tarde, gradativamente a matemática foi sendo mais aceita como ferramenta importante à biologia. Algumas revistas (por ex., a *Biometrika*) começaram a ser o reduto daqueles poucos cientistas que se aventuravam a usar a matemática em estudos biológicos (veja detalhes em Volpato 2007). Provavelmente, o desenvolvimento de vários outros setores contribuiu para que a biologia fosse absorvendo a contribuição que a estatística podia oferecer.

Atualmente vivemos o oposto da situação experimentada por Mendel. O uso de demonstrações estatísticas nos trabalhos científicos é quase uma imposição. Anos atrás, um editor de revista de impacto internacional declarou que negava artigos sem análise estatística, sem enviá-los aos revisores. Isso representa o outro extremo da atitude, em cerca de um século! Grande parte disso se deve à aparente objetividade que a estatística trouxe ao cientista. Porém, essa objetividade é mais crença que realidade (Volpato 2007). Os lucros metodológicos do uso da estatística devem ter sido também grandes, o que ajudou a reforçar tal uso. A concepção matemática do mundo nas sociedades, particularmente nas capitalistas, e a grande difusão da linguagem computacional também devem ter influído na forma de abordagem das pessoas, fazendo com que o uso da estatística, como meio de se ver o mundo, não fosse só aceito, mas também endeuçado.

Além das limitações de um uso rígido da estatística nos estudos da ciência natural (veja IX-5), várias situações revelam que nem sempre a estatística é a melhor forma de se considerar uma questão biológica. É óbvio que auxilia muito quando tentamos descrever, por exemplo, tendências centrais de amostras ou populações. Mas nem sempre é isso que procuramos. Há casos particulares em que a estatística não auxilia. O eclipse previsto pela teoria de Einstein, e mais tarde observado, é um caso único e que não requer análise estatística; porém, sua importância à ciência é inquestionável. Devemos lembrar que, no teste de nossas hipóteses, podemos nos confrontar com situações em que a ocorrência de um caso pode ser definitiva para derrubar a ideia.

Não só os casos particulares, mas muitas vezes a análise visual não deixa margem de dúvida e ela poderia ser suficiente. Nesses casos, dizer a probabilidade de erro (por exemplo, 0,00001%) não ajuda muito, mas reflete nossa subserviência à necessidade do aval estatístico.

Assim como a estatística, o bom senso também é um recurso de análise e não pode ser desconsiderado. O objetivo final é a construção coerente e adequada de conhecimento. Se as probabilidades estatísticas garantissem maior estabilidade do conhecimento, então poderíamos dizer que caminhamos rumo à verdade. Mas não é isso que ocorre. Não menosprezo toda contribuição trazida pela estatística (enquanto técnica) à ciência, pois muitas ideias só puderam ser testadas com os recursos estatísticos. O mal não é a infiltração da estatística, mas sim sua má compreensão, superestimando-a.

Vejamos um exemplo simples. Fazemos 50 observações em cada uma de duas espécies de camarões de água doce para testar se ocorre canibalismo. No final das observações, verificamos que em uma das espécies não ocorreu canibalismo e que na outra ocorreu um único caso. Ou seja, estamos comparando as ocorrências de 0% e 2%, algo aparentemente muito semelhante. Porém, o bom senso nos permite concluir que nessa segunda espécie existe comportamento canibal, enquanto

que esses dados não sustentam tal afirmação para a primeira espécie. E nenhuma estatística foi usada! É apenas um exemplo, mas resume muitas situações comuns na prática da pesquisa.

De qualquer forma, apesar das considerações acima, veja que o trabalho científico empírico deverá ser sustentado por dados claramente aceitos pela comunidade científica. A melhor forma de mostrar diferenças e igualdades entre esses dados é por meio de testes estatísticos de hipótese. Com raras exceções, o artigo científico deve ter dados estatisticamente validados e fortes o suficiente para corroborarem as conclusões, caso se pretenda publicar em periódico de boa qualidade. Se você tem ferramenta estatística para tomar decisão sobre números, desprezá-la mostra confiança nos seus “olhos” mais que na ciência estatística. Parte da “medicina baseada em evidência” vem dessa constatação: o quanto acreditamos em nossas experiências ou nos fatos científicos! Assim, dizer que duas médias são diferentes apenas com base na variação matemática de seus valores (por ex., dizer que uma média é 20% maior que a outra e, portanto, temos que considerar esse “efeito”) ignora os cálculos de probabilidade que levaram a essas diferenças, assumindo-a como verdade. Nesse caso o teste estatístico é imperativo. O mesmo vale para comparações de frequências e expressões de correlação.

VII-9 O que é e para que serve o estudo piloto?

O estudo piloto é um ensaio prévio, feito com poucas réplicas para o cientista ver as respostas reais e decidir se serão necessárias adaptações na metodologia. Isso ocorre nas situações em que não dispomos de muita experiência com as técnicas ou processos abordados. Nos campos em que dispomos de maior experiência, não necessitamos dos estudos pilotos, pois temos melhores condições para prever o andamento da pesquisa. Às vezes, no entanto, esse suposto conhecimento pode trazer resultados desconcertantes.

VII-10 Qual a lógica básica das pesquisas científicas?

Procuró olhar os estudos pela sua lógica. Não me restrinjo a uma área e busco adequar-me a qualquer investigação nas três grandes áreas do saber: Exatas, Humanas e Biológicas. Trato da lógica da pesquisa mais do que do formato metodológico.

Por que priorizar a lógica? Porque ela é a raiz universal do pensamento. Ela rege a metodologia, e não o inverso. Seu entendimento lhe dá a mais fantástica ferramenta para entender o mundo e agir nele. Com o entendimento da lógica básica das pesquisas, você entenderá, inclusive, as

classificações metodológicas¹³³ que são tão freqüentes em algumas áreas. Mais ainda, poderá perceber nessas classificações o que faz sentido e o que é puro artefato. Por isso optei pelo recurso à lógica.

Com essa base, podemos dividir quaisquer estudos de base empírica em três tipos lógicos (três abordagens lógicas). E o que é mais importante, desses três tipos conseguimos entender toda a estrutura da pesquisa, bem como estruturar o discurso dessa pesquisa, seja escrito ou falado. Porém, deve ficar claro que a qualidade e a importância da pesquisa não decorrem da lógica dela. Qualquer que seja sua lógica, a pesquisa poderá ser excelente ou não. Assim, esses três tipos lógicos de pesquisa perambulam pela ciência de altíssimo nível, e também pela de baixo escalão. Vejamos os três tipos lógicos de pesquisa.

1. Pesquisas Descritivas

Consistem em descrever alguma variável¹³⁴. Podemos descrever uma estrutura de um organismo, um tipo de solo, um padrão de movimento de planetas, a opinião de certa comunidade sobre determinado assunto, a composição atômica de uma molécula etc. Nessa lógica, descrevemos uma variável que pode ser abarcada pelo método empírico (qualitativo ou quantitativo). O comum é que descrevamos um pedaço (amostra) do todo ao qual nos referimos. A partir dessa descrição, inferimos que esse padrão descrito é o padrão desse todo maior, nossa população. Você pode desenvolver um estudo para descrever mais de uma variável, mas para cada uma delas sua abordagem (sua lógica) será essa: retrata a parte e extrapola para o todo.

2. Pesquisas com hipótese¹³⁵

Quando temos hipótese, temos que considerar de que tipo ela é. Toda hipótese relaciona duas ou mais variáveis. Como as implicações lógicas na hipótese independem do número de variáveis, usarei o exemplo mais simples: a relação entre apenas duas variáveis. Do ponto de vista lógico, temos apenas duas relações entre as variáveis: associação entre variáveis que não se interferem mutuamente e associação decorrente da interferência de uma variável sobre a outra.

O termo associação é aqui usado no sentido genérico, significando a correspondência entre o comportamento de duas ou mais variáveis. Se há associação entre variáveis, podemos dizer que é possível prever o comportamento de uma em função do comportamento da outra.

133 Descritivos, analíticos, relato de casos, série de casos, transversal, longitudinal, coorte, condicional, caso-controle, observacional, de intervenção, entre outros.

134 Lembramos que variável é, neste conceito, qualquer coisa que podemos estudar a partir de evidência empírica. Veja o conceito de variáveis operacionais em VI-3 e isto ficará mais claro.

135 Veja a definição de hipótese em II-10.

A existência de associação entre variáveis sem que uma interfira na outra decorre do fato de que essas variáveis são determinadas por uma mesma variável. Esses requisitos lógicos estão esquematizados na Figura 11.

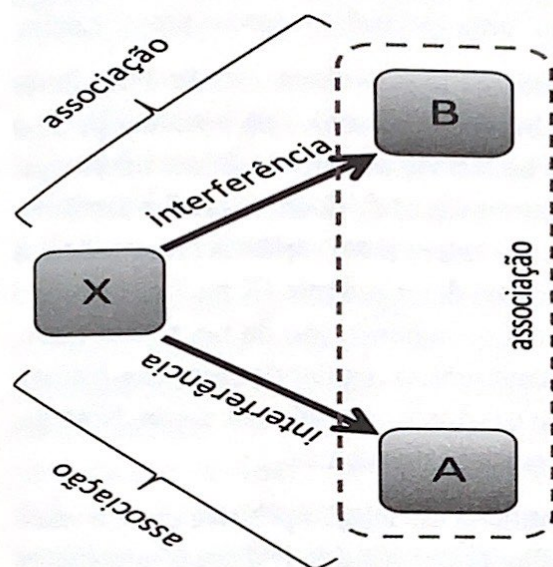


Figura 11. Relações lógicas entre variáveis numa hipótese. A e B estão associados entre si porque ambos são determinados por um mesmo fator (X). Como X determina A e B, ele interfere nessas duas variáveis e, mais ainda, X está associado a A e também a B. Ou seja, interferência implica em associação, mas nem toda associação decorre de interferência.

Vamos aos exemplos. Existe uma alta associação entre o aumento no consumo de bebidas alcoólicas (A) e o aumento no número de igrejas (B). Embora a ação de uma variável sobre a outra possa não existir, elas se correlacionam por existir um terceiro fator (X) que é a causa, ou agente interferente, dessas duas variáveis, *sincronizando-as* e, portanto, determinando a associação. No caso, esse fator é o crescimento populacional (X): maior a população, maior será o consumo de bebidas alcoólicas e também o número de igrejas para atender a essa população aumentada.

Da mesma forma, no estudo de Oliveira *et al.* (2010) os dados são insuficientes para se diferenciar o tipo de associação (com ou sem interferência entre as variáveis) e tal situação é claramente expressa por eles na conclusão do estudo. Tenha em mente o esquema da Figura 11. Esses autores investigaram quase 12 mil pessoas e encontraram uma associação negativa entre escovação de dentes (relatado pelas pessoas) e problemas cardiovasculares. Se essa associação é causal (interferência; X e A ou X e B na Fig. 11),

então devemos aconselhar as pessoas a escovarem os dentes mais frequentemente; se é apenas uma associação (A e B), essa recomendação não faz sentido, mas a regularidade na escovação de dentes é uma informação que auxilia na estimativa do risco de problema cardiovascular do paciente (indica, mas não causa). Veja como os autores expressaram essa situação no *British Medical Journal*:

“Future experimental studies will be needed to confirm whether the observed association between oral health behavior and cardiovascular disease is in fact causal or merely a risk marker.”

Nesta afirmação eles mostram que a associação negativa que encontraram entre escovação de dentes e doenças cardiovasculares pode ser decorrente de uma relação de interferência (causal),

onde a escovação reduz o risco dessas doenças, ou ser apenas uma associação uma vez que essas duas variáveis sejam determinadas por uma terceira.

Esses autores completam dizendo "... *use of a simple measure of self reported toothbrushing could be a useful and cost effective marker of future health risk...*". Aqui usam o conceito de marcador de risco, que com base na associação, permite que "olhando" uma variável, possamos prever a outra.

A título hipotético, posso imaginar as duas situações lógicas desse estudo. Pode haver uma relação causal (interferência) uma vez que algumas bactérias presentes na boca das pessoas são também detectadas no tecido cardíaco, sendo, então, a boca a via de entrada desses microorganismos; assim, aumentar a higienização da boca pode reduzir os riscos de doenças cardiovasculares. Mas posso também explicar uma associação sem interferência entre essas variáveis (escovação dos dentes e doenças cardiovasculares). Imaginemos que a variável determinante (X na Fig. 11) seja o cuidado com a saúde. Assim, esse cuidado pode incluir maior higienização da boca (escovação, variável A) e, ao mesmo tempo, um estilo de vida saudável com prática regular de exercícios físicos e uma alimentação saudável que, por sua vez, reduzem o risco das doenças cardiovasculares. Note que neste segundo caso, não adianta indicar um aumento na escovação dos dentes.

Vamos a um contraexemplo. Uma pesquisa identificou associação positiva entre o relato dos autores sobre o quanto escrevem bem em inglês (A na Fig. 11) e a qualidade de suas publicações (B). Basicamente, autores que dizem escrever bem em inglês publicam em revistas de boa qualidade, enquanto que aqueles que dizem não escrever bem em inglês publicam em revistas de pior qualidade. Segundo o que temos discutido, essa associação pode decorrer de um efeito de A sobre B ou do fato de ambas serem determinadas por outro fator (X). Se A interfere sobre B, então devemos aconselhar esses autores a melhorar sua escrita em inglês, pois isso melhoraria a qualidade de suas publicações. Mas há uma precipitação nisso, pois pode se tratar apenas de uma associação e, nesse caso, alterar A (redação em inglês) não afetaria B (nível da publicação). Antes que isso seja resolvido, não podemos apostar numa única direção (veja no caso anterior, da escovação de dentes, como os autores foram prudentes).

Se há essas duas possibilidades, então deve haver um fator X. Qual seria? Uma sugestão válida, entre outras, é que X seja o perfil da área. Áreas nacionais menos impactantes internacionalmente (por ex., Saúde Pública, Educação, Agrárias etc.) permitem, ainda, que o cientista se desenvolva sem ter habilidade de redação em inglês, ao mesmo tempo em que permitem publicações em revistas regionais de menor qualidade. Por outro lado, em áreas mais impactantes internacionalmente (por ex., Fisiologia, Imunologia, Física, Farmacologia, Bioquímica, Química etc.), o indivíduo não consegue literatura de bom nível em revistas nacionais e deverá participar ativamente de congressos internacionais, fazer estágios no exterior em países da *main stream*, manter correspondência com autores do exterior e outras atividades que, no conjunto, exigem um nível razoável de compreensão e redação em inglês. Fora desse padrão, dificilmente o indivíduo conseguirá, sequer, emprego. Assim, esta análise revela uma alternativa que, antes de ser testada, não permite tomarmos uma decisão sobre o que está determinando a associação relatada. É esse tipo de cautela e análise que raramente escapa numa revista internacional de alto nível, mas frequentemente não é considerada em revistas e meios mais fracos da ciência.

Havendo efeito de uma variável sobre outra, podem ocorrer dois casos: a variável causa é a *causa primária (inicial)* do fenômeno, ou ela apenas afeta (*modula*) um processo que já ocorre.

Vejam alguns exemplos de *causas iniciais*. Impulsos nervosos do nódulo sinoatrial¹³⁶ causam o surgimento dos batimentos cardíacos no homem. O chute causa o movimento da bola em direção ao gol. Vírus ou bactéria podem causar uma doença. O hormônio adrenocorticotrófico causa a liberação de hormônios do córtex da glândula adrenal. A quebra da turbina causa a queda do avião. O insulto causa a briga. Como são causas iniciais, caso sejam também variáveis necessárias, a retirada delas anula a outra variável. Note que mesmo que sejam questões complexas, como o caso do “insulto”, em que outros fatores estejam interferindo, podemos definir uma ou algumas como as variáveis que iniciaram o processo.

No caso da *modulação*, o processo se desenvolve e a variável interferente apenas o afeta (aumenta, diminui ou abole). Ou seja, a variável dependente ocorre mesmo na ausência da variável independente em estudo, sendo apenas modificada pela ação dela (veja VI-7). No caso do batimento cardíaco, o estresse, um susto, ou mesmo a deficiência de oxigênio ambiental são exemplos de variáveis que modulam a atividade cardíaca. Ou seja, modulam (aceleram ou diminuem) essa atividade, mas se não estiverem presentes o coração continuará batendo. Ao contrário, considerando-se o exemplo do chute a gol, apresentado no item acima, sem o chute a bola não iria ao gol da forma como foi com o chute.

VII-11 Qual a diferença entre associação e correlação?

As associações podem ser vistas por meio de correlações ou outras comparações entre os comportamentos das variáveis. Esta distinção não se relaciona ao fato de haver ou não interferência entre as variáveis. Quando temos variáveis que podemos quantificar, é fácil o uso de correlações, que podem ser expressas em gráficos e fórmulas de correlação. Vejamos esse conceito.

Duas variáveis podem se correlacionar positivamente ou diretamente (mesmo sentido de variação para ambas), ou negativamente ou inversamente (sentidos inversos entre elas). Essas correlações podem ser lineares (expressas por uma reta) ou não lineares (como as geométricas, exponenciais, quadráticas etc.). Elas podem se referir a apenas duas variáveis se correlacionando (simples) ou mais de duas (multivariada). Pode-se também correlacionar um conjunto de variáveis (por ex., variáveis que indicam “poder aquisitivo”) e outro conjunto de variáveis (por ex., variáveis que indicam “bem-estar”), neste caso chamada correlação canônica (um tipo de correlação multivariada).

¹³⁶ Estou considerando uma causa única por questões didáticas. Podemos considerar também o nódulo atrioventricular, que mantém o batimento cardíaco quando o nódulo sinoatrial falha. Nesse caso, o importante é sabermos que há um fenômeno (controle do batimento cardíaco, seja por uma ou duas regiões) que ocorrerá ou não em dependência da causa. Isso é muito diferente da modulação.

Quando há correlação entre variáveis, podemos traçar a equação matemática que descreve tal comportamento (linear ou não, simples ou multivariada). Com essa equação fazemos a regressão (regredimos um conjunto de pontos que mostram correlação entre si a uma linha ¹³⁷). Vou me ater à forma mais simples e conhecida de correlação, que é a regressão linear, que exemplifica os conceitos básicos necessários. A equação matemática que descreve essa relação é $Y = a + bX$, sendo Y e X as variáveis em estudo (respectivamente ordenada e abscissa no eixo cartesiano) e "a" e "b" os valores numéricos de ponderação específicos a cada caso.

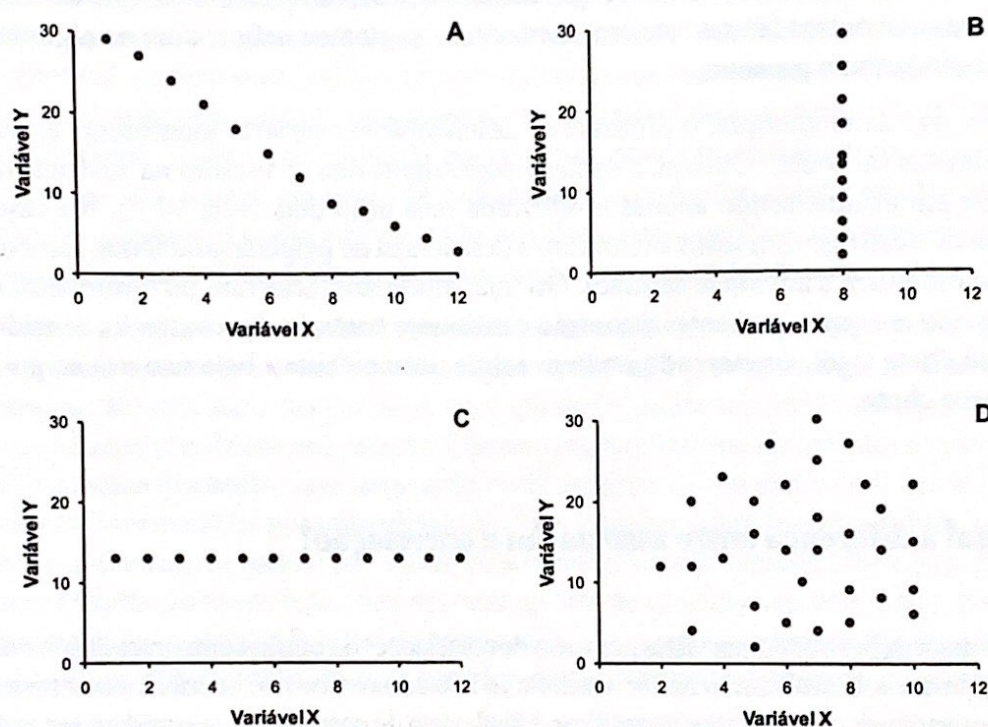


Figura 12. Exemplos de correlação e ausência de correlação em função do comportamento dos dados dos pares plotados no eixo cartesiano. A = correlação negativa; B, C e D = ausência de correlação.

Uma forma de se medir a correlação é pelo coeficiente de correlação (r), que varia de -1 a +1, havendo correlação quanto mais próximo esse valor for de -1 (negativa) ou +1 (positiva); a correlação reduz conforme esses valores se aproximam de zero, que é o valor que indica ausência de correlação. O valor de r elevado ao quadrado (r^2) é o coeficiente de determinação; ele nos diz o quanto ($\times 100 = \%$) uma variável dependente é explicada pelo comportamento da outra

137 Note que se a correlação não existir, não devemos fazer a regressão, mesmo que o programa computacional permita.

(independente). A Figura 12A é um caso típico de correlação negativa ($r = -0,90$; $r^2 = 0,81$); em B, C e D, temos ausência de correlação ($r \approx 0$).

Mas há cuidados para tomarmos quando fazemos estudos de correlação. Um deles é apresentado na Figura 20 (item IX-9).

Vamos agora a outra forma de considerar a associação entre variáveis, que não seja por meio de correlações. Podemos identificar associação entre variáveis por meio de análise de médias em grupos distintos. Imagine que queremos saber se existe associação entre o tempo que a pessoa assiste TV e problemas lombares. Para tanto, classificamos as dores lombares em níveis qualitativos (ausência, fraco, moderado e forte) e quantificamos a outra variável (tempo assistindo à TV). Embora neste caso isso possa ser feito por meio de um teste de correlação¹³⁸, construindo-se um gráfico com os pares de valores (intensidade numérica atribuída aos problemas lombares e tempo assistindo TV), podemos fazer a análise por grupos dos problemas lombares, como mostrado no exemplo hipotético da Figura 13.

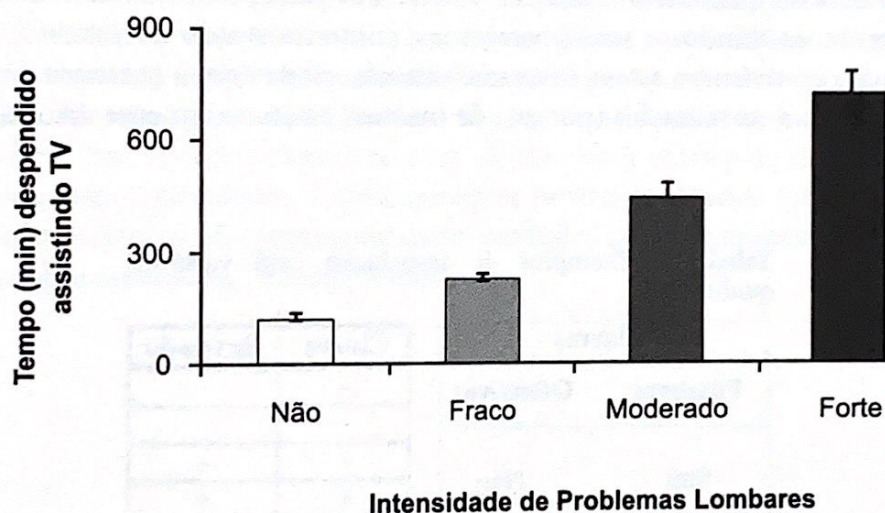


Figura 13. Associação entre problemas lombares e tempo diário despendido sentado assistindo TV. Valores médios ($\pm dp$) de 50 indivíduos em cada caso¹³⁹.

Admitindo que exista diferença entre as médias, vemos uma forte associação positiva entre o aumento do número de horas em frente à TV e a gravidade dos problemas lombares. Note

¹³⁸ Caso tivéssemos menos itens de intensidade (por ex., não x sim ou fraco x forte), estudos de correlação não seriam convenientes, pois com poucos pontos geralmente se determina uma reta ou alguma outra expressão de curva.

¹³⁹ Dados e situação fictícios, apenas para exemplificação do conceito.

que estamos apenas nos referindo à associação. Possivelmente se as pessoas pararem de assistir TV não necessariamente deixarão de ter esse problema. As dores lombares parecem decorrer do tempo que ficam sentadas, admitindo que geralmente as pessoas se sentam com postura inadequada. Portanto, a motivação para sentar-se e a postura inadequada são as causas do problema, sendo que isso leva à possibilidade de assistir por longo tempo à TV (o que seria inviável se fosse em pé) e também aos problemas lombares. Prova disso é que se desligarmos a TV, possivelmente essas pessoas arrumarão outro motivo para se sentarem, como ficar à frente ao computador ou lerem copiosamente. Por isso podemos dizer que testamos associação, mas não interferência (veja próximo item desta questão). Assim, embora possamos testar associação por meio de análise de correlação, também testamos essa relação lógica por meio de comparação de médias ou medianas entre tratamentos. O que se detecta é que os maiores tempos em frente à TV foram associados às maiores intensidades de problemas lombares.

A ideia de associação pode também ser avaliada qualitativamente (por ex., num quadro de presença e ausência – Tabela 7). Isso reforça que a lógica da pesquisa independe de sua metodologia (quantitativa ou qualitativa – veja II-3 e II-4). Por exemplo, observam-se dois fenômenos concomitantemente, anotando-se suas ocorrências, como mostrado na Tabela 7. A detecção de palavras de filiação no discurso estava inversamente associada com a presença de palavras ofensivas. Da mesma forma, as revoadas (por ex., de insetos) estão claramente associadas à presença (+) de chuvas.

Tabela 7. Exemplos de associação com variáveis qualitativas.

Palavras		Chuva	Revoada
Filiativas	Ofensivas		
Sim	Não	-	-
Sim	Não	-	-
Sim	Não	+	+
Sim	Não	+	+
Não	Sim	+	+
Não	Sim	-	-
Sim	Não	+	+
Não	Sim	-	-
Não	Sim	-	-
Não	Sim	+	+
Não	Sim	+	+

No segundo exemplo: + indica presença de revoada dos insetos e - indica ausência desse comportamento.

Podemos ainda investigar qualitativamente a associação entre traços culturais e tipos de palavras empregadas nas relações sociais; ou associação entre perfil político e grau de altruísmo; entre outras. Reforço que a lógica da pesquisa permeia as divergências metodológicas que, infelizmente, alguns ainda querem fazer acreditar que se tratam de diferentes ciências. Nesse sentido, o que ensino aqui se aplica também às ciências sociais, à educação, às Humanidades enquanto ciência empírica. Não se aplica ao discurso filosófico e tampouco à religião. No caso das artes, este discurso lógico se aplica apenas nos casos em que buscamos realizar estudo empírico dentro dessa área do conhecimento.

VII-12 Como os tipos lógicos de pesquisa ajudam no delineamento do estudo?

O delineamento da pesquisa é uma consequência quase dedutiva da raiz lógica do objetivo do estudo. Na Tabela 8 mostro o perfil lógico da pesquisa e sua implicação na definição do planejamento. Com isso, o cientista tem uma ferramenta lógica para idealizar seu planejamento do estudo. Por falha neste tipo de formação, alguns cientistas ficam à mercê de protocolos de pesquisa pré-estabelecidos. Mesmo que eles existam em alguns casos padronizados, você pode chegar a eles por raciocínio. Isso treina o cientista, além de lhe dar a chance de descobrir um delineamento inovador e mais interessante. Afinal, qualquer protocolo clássico foi inventado em algum momento e, como a ciência não pressupõe deter verdades que extrapolam o tempo, protocolos melhores são sempre esperados... e bem-vindos.

Tabela 8. Implicações lógicas dos tipos de pesquisa para o delineamento do estudo.

Pesquisa	Requisitos Lógicos	Implicações
Descritiva	Caracterizar a parte e extrapolar para o todo.	Amostragem representativa (número e estrutura)
		Caracterização cuidadosa Inferência a partir dos traços comuns da descrição
Associação sem interferência	O comportamento de uma variável é proporcional ao da outra variável.	Se há interferência entre variáveis, necessariamente há associação entre elas.
		A associação pode ser multivariada; ou seja, o conjunto das variáveis pode ser determinante da associação, mas uma delas isoladamente não mostra associação.
Associação com interferência	A variação de uma variável é proporcional à da outra variável. Interferência pressupõe mecanismo(s) pelo(s) qual(is) uma variável afeta a outra. Alterando-se a variável interferente, altera-se o efeito. ¹⁴⁰	Ausência de associação implica ausência de interferência predominante.
		Ausência de mecanismo coloca em dúvida a relação de interferência. Pesquisas de intervenção ganham força para convencer a comunidade científica da existência de interferência. Porém, nos casos em que isso não é possível, a demonstração é feita apenas pelos dois quesitos acima.

¹⁴⁰ Nos estudos de interferência podemos ter casos em que o conjunto de variáveis interfere numa outra variável, de forma que apenas uma variável, embora interferente, não afete (sozinha) a variável efeito. Neste caso, é o conjunto que determina o efeito e não cada uma das variáveis; portanto, alterando-se o conjunto altera-se o efeito. Ex.: vários fatores que, no conjunto, levam a uma doença.

VII-13 O que é o delineamento de uma pesquisa?

Conhecer o delineamento da pesquisa é fundamental para entendê-la, seja para construir o texto dessa pesquisa ou para entender um texto que se lê. O delineamento reflete a proposta intelectual do cientista. É como ele armará uma armadilha para que a natureza (base empírica) lhe dê a resposta à indagação do cientista.

Embora aparentemente simples, é quando os alunos de graduação e pós-graduação mais erram em sua enunciação. Vejamos alguns exemplos.

O objetivo da pesquisa é saber se o uso de apresentações *Power Point* melhora a qualidade do ensino em matérias teóricas. Do ponto de vista lógico, essa é uma pesquisa que testa uma hipótese de associação com interferência entre as variáveis (veja VII-10). A variável independente é a apresentação *Power Point* e a dependente é o aprendizado do aluno. Portanto, devemos variar a variável independente e mensurarmos ou qualificarmos a variável dependente. Como o nível prévio de conhecimento do assunto pode variar entre os indivíduos e interferir na pesquisa, usaremos uma situação controle que identificará (e corrigirá) o nível prévio de conhecimento de cada aluno (pré-teste) a ser testado, contrastando com um teste após a aplicação da aula (pós-teste), com ou sem *Power Point*. Basicamente, o delineamento pode seguir o esquema abaixo.

Variável Independente	Pré-teste	Pós-teste
Com Power Point	Desempenho x	Desempenho w
Sem Power Point	Desempenho y	Desempenho z

O delineamento inclui essa distribuição dos grupos (duas condições da variável independente e resultados em dois testes (pré e pós-teste), sendo avaliado o desempenho (notas nas avaliações = x, y, w e z). Assim, comparando-se os desempenhos (x, y, w e z) entre as quatro possibilidades, poderemos avaliar o papel da ferramenta *Power Point* no ensino dessa amostra de indivíduos. Se incluímos nesse esquema o número de alunos que será testado em cada condição da variável dependente, teremos concluído o delineamento desse estudo. Note que não lhe disse que prova será aplicada e nem detalhes do sujeito investigado. Mostrei apenas a estratégia intelectual do estudo. A partir dessa estratégia, você tem condições de imaginar muitas coisas do estudo (inclusive análises possíveis para os dados, como comparação de frequências, de médias ou mesmo testes de correlação entre pré e pós-testes).

Num segundo estudo, queremos saber se ter certa doença está associada com certas características da vida gestacional e nascimento das pessoas. Não estamos supondo que essas características causem a doença, mas que estejam associadas a ponto de serem elementos diagnósticos preditivos (conhecendo-se essas características podemos prever a probabilidade que esperamos de esses indivíduos desenvolverem a doença em questão). O delineamento básico é o seguinte:

Características de Vida	Com doença	Sem doença
A	a	a'
B	b	b'
C	c	c'
D	d	d'
E	e	e'
F	f	f'

Neste caso, as letras minúsculas serão os resultados que você obterá, cuja comparação entre as condições “com” e “sem” permitirá avaliar quais características (primeira coluna) possuem esse papel preditivo da doença. Devemos acrescentar o número de indivíduos que serão investigados e se isso será feito por meio de análise de prontuários (dados já existentes) ou por entrevista direta aos indivíduos. Esta última distinção tem sido motivo de muito debate na área de saúde, considerando-se que os dados obtidos diretamente são mais confiáveis para alicerçar a conclusão nesse tipo de estudo. No entanto, do ponto de vista lógico, a questão é bem mais simples: desde que você acredite que os dados são válidos (sejam eles coletados diretamente ou não), eles podem ser usados.

Note que o esboço acima mostrou o delineamento do estudo, mesmo que detalhes dele não tenham sido incluídos. Por exemplo, não dissemos quais características serão investigadas. Lógico que se investigarmos as características erradas, a pesquisa estará errada. Assim, essas informações são importantes e complementam o esqueleto lógico mostrado acima. Um exemplo seria o esquematizado a seguir.

Casos da doença na família?	a	a'
Prematuridade?	a	a'
Peso ao nascer	b	b'
Altura ao nascer	c	c'
Idade em que começou a andar	d	d'
Pressão alta da mãe na gravidez	e	e'
Idade da mãe no nascimento da criança	f	f'

Com esse quadro detalhado, o delineamento da pesquisa está completo. Ela pode ser entendida e, então, podemos discutir os detalhes.

Imagine outro objetivo: testar se o tipo de combustível (álcool, gasolina) interfere na durabilidade dos motores flex automotivos. Este objetivo pressupõe que o tipo de combustível predominante atuando num mesmo motor (flex) possa interferir na sua durabilidade. O teste dessa hipótese poderia ser delineado da seguinte forma:

Tipo de Combustível	Duração média (km rodados)
álcool	X
gasolina	Y

Note que teríamos que testar vários motores flex com cada tipo de combustível. Mesmo que cada motor possa trabalhar com os dois combustíveis, a pergunta inicial é se o tipo de combustível usado continuamente no mesmo motor interfere na durabilidade desse motor. A comparação entre x e y nos possibilitaria testar a hipótese do estudo.

Considere, agora, o delineamento abaixo para a mesma questão geral.

Combustível	Duração média (km rodados)
100% Álcool	a
100% Gasolina	b
25% Álcool + 75% Gasolina	c
50% Álcool + 50% Gasolina	d
75% Álcool + 25% Gasolina	e

Neste outro delineamento, investigamos a mesma questão geral que a do caso anterior, mas incluímos a questão de que a proporção dos combustíveis deve também ser considerada. Ou seja, para cada detalhe de alteração no objetivo poderemos ter uma alteração no delineamento.

Note que esse esboço teórico determina o modo como imaginamos avaliar nossa hipótese. Para uma hipótese pode haver mais de uma forma de investigação, e cabe ao cientista escolher a forma mais adequada. Note também que o delineamento escolhido também poderá determinar a qualidade do texto a ser publicado. Delineamentos complexos podem tornar o texto mais difícil de ser entendido, sem grandes acréscimos para a qualidade da conclusão.

Uma pesquisa descritiva também tem delineamento. Ele basicamente envolve a amostragem adequada da população e a qualificação ou quantificação da variável que representa o item a ser descrito. Por exemplo, se desejamos conhecer o nível de alfabetização da população brasileira, teremos que definir operacionalmente o que entendemos por alfabetização (por ex., que se leia um texto de jornal popular e consiga entendê-lo) e como será o processo de amostragem. A amostra deve contemplar a estrutura da população (por ex., percentuais de homens e mulheres, faixas etárias, níveis socioeconômicos, regiões do país etc.). Com isso temos o delineamento do estudo. Ao realizar o estudo, uma vez de posse dessa amostra, qualifique (alfabetizado ou não) ou quantifique o grau de alfabetização (notas de 0 a 10) de cada indivíduo, identificando posteriormente o quadro geral dessas respostas. Esse perfil (quadro geral) será sua conclusão. Note que você não está interessado, no caso da pesquisa descritiva, em saber que variáveis levaram a esse perfil (neste caso, seria pesquisa de associação com interferência e não descritiva).

VII-14 O que é grupo controle? Quais as principais ferramentas de controle?

O grupo controle é todo aquele que controla alguma coisa. Nos estudos descritivos (veja VII-10), não há grupo¹⁴¹ controle, pois não há a intenção de qualquer tipo de comparação, apenas uma caracterização (descrição) da variável. Nos estudos de associação, não temos efetivamente um controle como é considerado nos termos clássicos, embora a noção de controle exista. Nos estudos de associação com interferência há necessariamente a presença de grupos controles; para saber que algo interferiu, precisamos, no mínimo, saber como era a situação sem essa variável interferente. Assim, veja o delineamento abaixo, que pretende testar a hipótese de que o barulho inibe a reprodução de certo organismo.

Grupo experimental: organismos em condições de barulho.

Grupo controle: organismos em condições sem barulho.

Veja como é importante a existência desse controle (sem barulho). Considere, inicialmente, que todo planejamento deve permitir que se atinja o objetivo¹⁴² do estudo. Se tivéssemos apenas o grupo experimental, não teríamos certeza de que os organismos não se reproduziram por outro motivo. Quando vemos que apenas no grupo com barulho não ocorreu a reprodução, inferimos que isso ocorreu devido à presença do barulho, neste caso assumindo que as outras condições entre esses organismos não variaram.

Porém, e se nenhum dos animais se reproduzir, com ou sem barulho? Qual a conclusão? Neste caso sabemos que essa ausência de reprodução não foi um efeito do barulho, porque os animais do grupo controle (sem barulho) também não se reproduziram. Pode ser, por exemplo, que nas condições em que os animais estão eles não se reproduzam (por ex., organismos que têm a reprodução suprimida em ambiente artificial). Neste caso, o grupo controle mostrou que o problema pode ser do ambiente.

Imagine agora que você deseja testar se certa droga tem efeito mutagênico, cuja importância se justifica porque tal fármaco poderia levar a desenvolvimento de câncer. O esperado é que indivíduos recebendo essa droga desenvolvam sinais (quantificáveis ou qualificáveis)¹⁴³ indicativos

141 Uso o termo grupo no mesmo sentido de tratamento ou condição num delineamento de pesquisa.

142 Note que o objetivo de qualquer pesquisa empírica será ou a descrição de algo, ou o teste de uma hipótese. Assim, se é descritivo, deverá descrever; se testa hipótese, deverá ser suficiente para testá-la. O fato de a hipótese ter sido corroborada ou falseada não é relevante para o delineamento. Assim, todo delineamento deve permitir que se atinja o objetivo da pesquisa.

143 Esses sinais serão as variáveis operacionais (veja VI-3). Podem envolver análise quantitativa ou qualitativa, mas em ambos os casos representam base empírica a partir da qual o cientista elaborará suas conclusões.

de mutagênese. Para certificar-se de que o efeito foi dessa droga, como no caso anterior, deverá ter um controle (indivíduos sem droga). Novamente, se os indícios de mutagênese ocorrerem apenas nos indivíduos que receberam a droga, e não naqueles sem a droga, terá subsídios do efeito mutagênico da droga. Mas pode ocorrer de não haver indícios de mutagênese em nenhum dos grupos (com ou sem droga). Você concluiria que a droga não tem efeito mutagênico?

Para isso serve a metodologia científica, para tentar reduzir nossas chances de erro de pensamento. Assim, no caso da suposta droga mutagênica permaneceria uma dúvida quando nenhum sinal de mutagênese fosse encontrado. Os sinais de fato não existem porque a droga não tem efeito mutagênico, ou os pesquisadores não conseguiram detectar adequadamente esses sinais? Para descartar essa última possibilidade, é necessário provar que se os sinais de mutagênese estivessem presentes os pesquisadores os detectariam. Assim, é necessário incluir um controle positivo.

O controle positivo é um tipo de controle no qual você induz uma resposta esperada. No caso, esse grupo receberia uma droga sabidamente indutora de mutagênese, cujos indícios devem aparecer necessariamente. Quando os dados forem coletados, os pesquisadores devem relatar mutagênese nesse grupo. Caso não relatem, então a coleta de dados fica desacreditada e o estudo deve ser melhorado (a técnica de coleta de indícios de mutagênese deve ser aprimorada). Caso nesse controle positivo a mutagênese seja detectada, mas não nos outros grupos (controle sem droga e grupo com droga), então pode-se dizer que a droga não induziu mutagênese.

Como visto acima, temos aqui dois tipos de controle: o *controle positivo* (que faz aparecer uma resposta esperada) e o *controle negativo* (sem a variável experimental e no qual a resposta esperada não deve ocorrer).

Outra variação importante do controle é o grupo SHAM. É restrita a organismos vivos, pois controla estresse. Imagine que sua pergunta agora seja se existe participação de certa estrutura interna do organismo numa certa função. Por exemplo, saber se a glândula *sinus* dos crustáceos exerce alguma ação sobre a atividade locomotora desses animais.

Basicamente, você deverá medir a locomoção (variável dependente) em condições de variação da variável independente (glândula *sinus*). Ou seja, no delineamento mais básico, considerará animais com glândula *sinus* e animais sem glândula *sinus* (visto que não é uma glândula de influência vital e, portanto, pode ser retirada). Poderá também optar por outro delineamento, em que registrará a locomoção nos mesmos animais, antes e após a retirada da glândula *sinus*. Seja como for, o fato é que comparará a atividade locomotora nas situações com e sem glândula *sinus* (sendo ou não nos mesmos animais).

Qualquer resultado que você obtenha carregará consigo a dúvida sobre se o efeito (ou ausência dele) decorreu da glândula *sinus* ou do estresse provocado (cirurgia) pela retirada dessa glândula. Conseguir uma situação sem esse estresse é impossível (note que nos exemplos anteriores, tínhamos uma situação sem a presença evidente de agentes interferentes). Assim, a solução é incluirmos um grupo onde os animais recebem apenas o estresse, mas a glândula não é retirada. Esse tipo de intervenção que não se completa com a alteração da variável experimental (no caso, o

glândula *sinus*) é chamada de controle SHAM. Vamos assumir que a glândula *sinus*, de fato, reduza a locomoção. Veja, então, o que poderia ocorrer e como interpretar cada caso.

Controle (sem cirurgia) = locomoção em nível 5

Experimental (extirpação da glândula sinus) = locomoção em nível 12

SHAM = locomoção em nível 5

É evidente que apenas a cirurgia (SHAM) pode também ter um efeito na locomoção, aumentado-a (por ex., nível 7) ou reduzindo-a (nível 3). Mas consegue-se distinguir o efeito proveniente da manipulação (SHAM) e aquele da ausência da glândula *sinus* (experimental). Assim, podemos concluir que a glândula *sinus* reduz a atividade locomotora nesses animais. Caso a manipulação SHAM seja tão forte (=12) quanto algum possível efeito da glândula *sinus* (= 12), esse efeito da glândula será encoberto e a conclusão deve ser mais cautelosa: o efeito da glândula não supera aquele da intervenção e, portanto, estudos com maior controle do efeito do estresse de cirurgia devem ser realizados. Mas note que o controle SHAM permite ao cientista posicionar-se conclusivamente sobre seu estudo (mostrar um efeito ou duvidar do resultado).

Outra forma de controle é o uso de *placebo*. Basicamente, alguma coisa dada ao organismo, mas cuja essência da variável de teste não está presente. No caso de drogas, em que é amplamente usado, seria a administração do veículo que conduz a droga (por ex., pílula de farinha ou açúcar). Assim, podemos ter um grupo com a pílula com a droga e outro com a pílula sem a droga (esta última seria o *placebo*). Ele controla efeitos que o veículo da variável em teste poderia ter sobre o organismo. Controla também a subjetividade do indivíduo (no caso de humanos) que, ao receber algum medicamento, pode achar que ficou curado e, de fato, algumas enfermidades de origem psicológica podem ser eliminadas. No caso da homeopatia, por exemplo, uma das críticas mais fortes é que carece de estudos com *placebo*.

Outro local onde o conceito de controle aparece, de forma pouco convencional, é nos estudos de associação, com ou sem interferência, quando resultados da variável teste são comparados entre si. Se seu estudo produzir um gráfico de correlação entre variáveis, note que os dados servem de referenciais entre si. Se o dado da direita estiver acima do dado da esquerda, somos inclinados a falar sobre um aumento da resposta de uma variável em função da outra. Os gráficos das Figuras 12A e 13 (veja VII-11) servem para esta ilustração.

Na Figura 12A, à medida que os pontos da direita se distanciam abaixo dos pontos da esquerda, podemos pensar numa associação (correlação negativa). Essa associação é percebida apenas porque temos referenciais. Assim, não deixa de ser um controle, embora ele apenas sirva de referencial. Sabemos que o fenômeno indica correlação negativa porque comparamos cada ponto com outros pontos referenciais. A partir disso concluímos sobre a correlação.

Na Figura 13, a situação é similar, mas agora com tratamentos ao invés de pontos isolados. Os níveis de tempo assistindo TV servem, cada um, de referência aos demais. Não deixa de ser um controle (maior x menor). Não se costuma chamá-los de controle, porque não estão diretamente controlando algo, mas do ponto de vista lógico a questão envolvida é a mesma que nos outros grupos. Um tem o tempo maior e o outro o tempo menor. Portanto, olhamos um em relação ao outro (seu controle).

Considerando-se a metodologia científica pelo lado da lógica, entro agora em mais um controle. Aquele que controla a subjetividade do pesquisador. Infelizmente, os cientistas têm reforçado muito os estudos que confirmam hipóteses (veja II-9 e II-11). Com isso, ficam felizes quando os dados corroboram suas hipóteses e tristes quando as negam. Nesse ambiente psicológico, é natural que algumas situações que negam o que o cientista deseja obter estejam sob a influência psicológica que procura negá-la. E isso não é nem desonestidade intelectual... trata-se de um fenômeno subjetivo a que todos estamos sujeitos. Assim, a alternativa é conseguir procedimentos que neutralizem essa subjetividade.

Uma alternativa são os estudos com *duplo cego*. Ou seja, o indivíduo que coleta os dados, não sabe de onde eles proveem. E aqueles que sabem a origem dos dados, não os coletam. Assim, por esse *duplo cego* (ambos não veem) elimina-se a possibilidade de a pessoa conduzir o resultado segundo sua intenção, mesmo que inconsciente.

VII-15 Devo usar os mesmos indivíduos nos grupos experimentais?

Outro aspecto importante a decidir no planejamento da pesquisa é se utilizamos os mesmos indivíduos em duas ou mais condições, ou se usamos indivíduos diferentes para cada grupo. Em alguns casos, as próprias variáveis definem o que devemos fazer. Por exemplo, se estudamos alguma variável¹⁴⁴ que, para ser medida ou qualificada, precisamos sacrificar o indivíduo, então não temos opção senão usar indivíduos diferentes em cada grupo.

Porém, na maioria dos casos, não precisamos sacrificar os indivíduos. Por exemplo, para testarmos se o estresse reduz a taxa de crescimento dos indivíduos, ou se a resposta dos animais varia ao longo do dia, ou se o uso de certa droga afeta certo tipo de comportamento. Assim, dada nossa pergunta, podemos ter que decidir se usaremos um delineamento em que cada indivíduo será amostrado mais de uma vez, ou se cada um deles pertencerá a uma condição de estudo (tratamento) completamente independente da(s) outra(s).

Digamos que nossa questão seja saber se determinado medicamento (variável independente) melhora a reação das pessoas à estimulação externa (variável dependente). O delineamento

¹⁴⁴ Por exemplo, peso de algum órgão interno que envolve o sacrifício do animal ou planta, peso seco de estrutura vital (por ex., raiz ou carcaça de animais), entre outras.

básico consistirá na comparação dos valores de, por exemplo, tempo de reação, em duas situações: a) sem o medicamento e b) com o medicamento. Neste caso, podemos igualmente trabalhar com grupos independentes (num tratamento as pessoas tomam o medicamento e em outro as pessoas não o tomam, ou tomam um placebo), ou com grupos dependentes (as mesmas pessoas são avaliadas antes e após tomarem o medicamento). Como escolher?

Na realidade, as duas possibilidades podem ser feitas. O que nos auxilia para determinar a mais adequada é nosso conhecimento sobre a variável dependente (no caso, a reação das pessoas a algum estímulo). Se essa reação variar muito entre os indivíduos num mesmo tratamento (por ex., condição sem o medicamento), poderá camuflar diferenças significativas em relação ao outro grupo (com medicamento). Nesse caso, devemos optar por grupos dependentes, ou seja, os mesmos sujeitos avaliados nos dois momentos (antes e após o medicamento). Vejamos o exemplo da Tabela 9.

Tabela 9. Efeito de medicamento na reação a estímulos externos em seres humanos.

Indivíduos	Tempo para reação (ms) à estimulação	
	Antes	Após
1	63,5	70,9
2	98,4	120,3
3	35,5	50,0
4	78,3	98,2
5	100,1	123,7
6	55,6	80,4
Média	71,9	90,6
d.p.	25,3	28,9
C.V.	35,2	31,9

d.p. = desvio padrão; C.V. = coeficiente de variação (%)¹⁴⁵.

Para análise desses dados, veja VII-20. Assim, se usamos diferentes pessoas em cada momento (antes e após o medicamento), o teste adequado (*t* independente) mostra um valor calculado de $t = 1,19$ ($p = 0,26$) e, portanto, devemos concluir que o medicamento *não foi suficiente* para alterar o tempo de reação a estímulos externos. Isso ocorre porque, a despeito da diferença entre as médias (71,9 x 90,6), há uma grande variabilidade dos dados em torno de cada média (veja os coeficientes de variação).

145 O CV é a relação entre o desvio padrão e a média; ou seja, ele indica quantos por cento o desvio padrão (dp) significa em relação à média. É obtido como produto de uma regra de três: $CV = (dp.100)/média$.

Porém, se esses mesmos resultados fossem provenientes dos mesmos animais para cada condição (antes e após o medicamento), o teste adequado seria o teste *t* dependente, que nos revelaria um valor de $t = 6,93$ ($p = 0,001$), que indica que o medicamento alterou a reação das pessoas (como a média após o medicamento é maior, então dizemos que o medicamento aumentou o tempo de reação ao estímulo).

Duas avaliações antagônicas: com qual ficar? Houve uma grande variação (veja o coeficiente de variação) dos dados na primeira condição (sem medicamento), o que pode ter camuflado a detecção da diferença entre os dois grupos. Assim, se usarmos o procedimento adequado para casos com grande variação dos dados numa mesma condição (amostras dependentes), o tempo de reação de cada pessoa após o medicamento poderá ser corrigido pelo seu próprio tempo antes do medicamento, nesse caso usando teste que considera amostras dependentes entre si. Isso permite que melhor evidenciemos o efeito da variável independente (medicamento) sobre o parâmetro em estudo (reação à estimulação externa). O teste *t* dependente, assim como outros testes¹⁴⁶ para condição de dependência (amostras repetidas) entre os dados, considera a variação dentro de cada par de dados (após – antes em cada indivíduo). Dos dados apresentados neste exemplo, fica claro que todas as pessoas aumentaram o tempo de reação à estimulação, o que é relevante também do ponto de vista biológico. Fica ainda evidente que a opção por usar os mesmos indivíduos ou não pode determinar a direção da conclusão do estudo.

Porém, a situação pode ser mais complexa. Alguns autores colocam restrição à decisão acima. A argumentação é a de que o uso de delineamentos com os mesmos indivíduos sob diferentes condições da variável independente “força” a possibilidade para encontrarmos diferenças significativas estatisticamente. Vejamos essa situação.

Imagine que você quer saber se a reação dos indivíduos varia em função do horário do dia. Para isso, observará essa reação nos mesmos indivíduos em dois horários, às 9:00 h e às 16:00 h de um mesmo dia. Esse delineamento com dependência auxilia a detectar pequenas variações, uma vez que cada dado é corrigido no mesmo indivíduo. E é exatamente por isso que se suspeita que esse delineamento force a detecção de diferenças. Se, por outro lado, você investigar indivíduos diferentes, uns pela manhã e outros à tarde, e encontrar respostas diferentes, a “crença” de que o efeito do horário existe aumenta (afinal, foi obtida em diferentes indivíduos representantes de uma mesma população). Nesse caso, se os dados variam muito, sua alternativa será aumentar o número de réplicas para reduzir o coeficiente de variação dentro de uma mesma variável independente.

146 Por exemplo, ANOVA para medidas repetidas.

VII-16 É possível controlar todas as variáveis em uma pesquisa científica?

Num delineamento ideal a respeito do efeito de uma variável sobre outra, todas as condições deveriam ser controladas e apenas uma variar entre os grupos experimentais. Como isso é impossível, o que fazemos é distribuir as variáveis que não conseguimos controlar entre os grupos que vamos comparar. Essa distribuição deve ser *ao acaso*, para se evitar que os resultados obtidos sejam produtos de um viés decorrente dessa distribuição. Vejamos um exemplo.

Ao testarmos o efeito do peso corporal de camundongos sobre a agressividade desses animais, podemos querer testar que os animais grandes sejam os mais agressivos. Essa pesquisa pode ser desenvolvida considerando-se dois grupos: a) camundongos pequenos e b) camundongos grandes. Porém, se os camundongos grandes forem também os adultos e os pequenos os imaturos, fica impossível discernir se algum possível efeito decorreu do peso ou da maturidade. Assim, uma possibilidade seria trabalhar com camundongos maduros e de diferentes tamanhos (adultos maiores e adultos menores).

Nesse mesmo exemplo, podemos supor que haja tendência inata (genética) sobre a agressividade. Esta, porém, se existe, não é fácil de ser determinada para se constituir os grupos de estudo. Nesse caso, devemos distribuir ao acaso os animais imaturos entre as duas condições (usando um grande número de réplicas; veja VII-15 e IX-5). Esse procedimento pressupõe que, caso haja efeito da variável genética, esse efeito será distribuído casualmente entre os grupos. Ou seja, os fatores genéticos que determinam maior agressividade e os que determinam menor agressividade estariam, cada um, em diferentes indivíduos e esses indivíduos seriam distribuídos aleatoriamente em cada grupo de estudo, distribuindo essa possível fonte de erro “igualmente” entre os tratamentos (tamanho menor e tamanho maior). Assim, se a condição genética for um fator preponderante sobre a agressividade, ela estará igualmente presente entre os grupos e, portanto, os resultados tenderão a mostrar mesma taxa de agressão em função do tamanho. Se, por outro lado, o tamanho tiver alguma influência importante, esta poderá aparecer entre os grupos; ou seja, se houver diferença de agressividade entre os grupos, esta não poderá ser atribuída à condição genética (pois foi aleatorizada), mas à diferença de peso entre os animais.

Um terceiro caso ocorre quando a variável indesejada pode ser identificada após a fase de coleta de dados. Digamos que o grau de maturidade sexual, expresso em termos de desenvolvimento gonadal ou produção de hormônio sexual, seja uma das possíveis variáveis interferentes na agressividade dos animais. Nesse caso, mesmo distribuindo os indivíduos ao acaso entre os grupos, podemos reforçar nossa conclusão avaliando essa condição (grau de maturidade) *a posteriori*. Para isso, basta examinarmos os resultados de agressão em função dos valores obtidos sobre a “maturidade” (nível hormonal ou desenvolvimento das gônadas). Se, de fato, essa maturidade influenciar a agressividade, detectaremos uma associação das respostas de agressão com as condições de maturidade. Nesse caso, permanece a dúvida sobre a variável importante na determinação da agressividade: tamanho e/ou grau de maturidade. Mesmo assim, saberemos que a maturidade deve ter algum papel. Porém, se não houve associação significativa entre essas variáveis, podemos concluir que o grau de maturidade não

foi preponderante nos resultados e, então, retornar à análise considerando o peso dos indivíduos. Análises estatísticas podem nos dizer o peso de cada uma dessas variáveis (peso e grau de maturidade) na agressividade.

Por causa das variáveis indesejadas, e devido às dificuldades em controlá-las, é que realizamos grupos controles, nos quais distribuimos essas variáveis e, assim, garantimos a variação de apenas uma delas (a variável desejada para teste) (veja VII-14).

Se desejar saber se algum fator interferente contaminou seus resultados, também pode usar este mesmo princípio. Digamos que em seu estudo você precisou retirar sangue de alguns animais. O resultado obtido seria afetado pelo procedimento de retirada de sangue? Embora para isso a maioria das pessoas procure padronizar esse procedimento de retirada de sangue, na prática isso pode ser impossível (pequenas variações podem ocorrer entre cada indivíduo amostrado). Assim, metodologicamente, o ideal seria que registrássemos detalhes do procedimento realizado em cada indivíduo (por ex., tempo para retirada do sangue, volume de sangue retirado, número de tentativas para obter o sangue etc. – seriam variáveis “indesejáveis”, pois representam erro técnico). Ao final do estudo, teste seus resultados em relação a essas variáveis. Poderia fazer, por exemplo, testes de correlação entre as respostas e as variáveis indesejáveis – se houver correlação significativa, seus resultados podem ser explicados pelas variáveis indesejáveis e, portanto, não poderá atribuí-los à variável em teste. Se, por outro lado, não houver correlação entre elas, assume-se que elas não explicam as diferenças obtidas e, nesse caso, poderá voltar a atenção às suas variáveis experimentais em teste.

Do exemplo acima, você pode extrapolar a situação para cada caso em que haja variáveis potenciais interferentes. Basta registrá-las e buscar, *a posteriori*, saber se elas sozinhas explicariam as respostas obtidas. Como é uma questão lógica, assim como tantas outras abordadas neste livro, vale para qualquer área do conhecimento.

VII-17 O que é amostra?

Quando fazemos ciência empírica, buscamos entender elementos do mundo natural, que podem ser pessoas, uma espécie de planta ou animal não humano, um tipo de solo, um fenômeno físico, uma relação social, um processo cognitivo etc. Seja o que for, queremos entender um “todo” que é muito grande. Como geralmente não temos condições de estudar cada elemento desse todo (por ex., cada ser humano para explicar os seres humanos), então estudamos alguns deles, em uma “amostra”.

Essa amostra é composta do que chamamos de réplicas – são unidades (no ex., cada ser humano) que se imagina serem similares e que representam o “todo” que se quer estudar. Vejamos um exemplo. Você quer saber se a música melhora a produção de leite em gado Nelore. Para isso, você pode ter basicamente dois tratamentos: a) gado ouvindo música; b) gado sem ouvir música. Todas as outras condições devem ser iguais entre esses dois tratamentos (por ex., local onde os

animais ficam, número de animais por local, idade e tamanho dos animais, procedimentos de manipulação dos animais etc.). Porém, não basta estudar uma vaca em cada um dos tratamentos. Por quê? Porque mesmo as vacas sendo “iguais”, cada vaca tem sua individualidade e pode haver diferenças entre elas¹⁴⁷. Para saber se uma possível diferença de resposta de produção do leite decorreu do tratamento (presença ou ausência de música) ou de outras condições do indivíduo, você precisa ter mais indivíduos em cada tratamento. Se houver um efeito do tratamento (música), então você verá que o conjunto de respostas dos indivíduos de um tratamento, mesmo com variações entre eles, será diferente do conjunto de respostas dos indivíduos do outro tratamento, também incluindo aí as variações individuais. Esse conjunto de indivíduos num tratamento é a amostra desse tratamento. Ela representa a população de vacas Nelore. Assim, o que ocorrer com essa amostra (se devidamente representativa das vacas Nelore) será entendido como válido para todas as vacas Nelore, até que se prove o contrário.

Se seu estudo é *descritivo*, terá apenas uma amostra que representa o “todo” (população) que você deseja conhecer. Se for uma pesquisa que testa *hipótese de associação* entre variáveis, muito frequentemente terá uma amostra, na qual avaliará duas ou mais variáveis buscando identificar associações entre elas. Se for pesquisa com teste de *hipótese de associação com interferência* entre variáveis, poderá ter duas ou mais amostras (uma para cada tratamento), avaliando a variável de estudo em cada uma delas. Mas neste último caso poderá também ter apenas uma única amostra, na qual a variável dependente será examinada numa situação antes e numa situação após a interferência de alguma outra variável. Em todas essas pesquisas, as amostras serão compostas por certo número de indivíduos. A determinação correta desse número (tamanho da amostra ou número de réplicas) é fundamental e é a questão do item seguinte.

VII-18 Como determinar o tamanho da amostra e o número de réplicas/repetições?

Esta é uma das dúvidas mais comuns entre os pesquisadores. Inicialmente, vou lhes mostrar alguns fatores que influenciam a amostragem. Ao final desta questão, forneço uma regra prática para estabelecer o tamanho amostral em seu estudo; uma regra que considera conjuntamente todos os fatores envolvidos nesse processo.

147 A variação de respostas de casos dentro de uma mesma condição de estudo (por ex., tratamento) não decorre apenas de variações dos indivíduos, mas podem decorrer também de variações nas condições impostas a esses indivíduos (por ex., algumas características físicas do local onde estão podem não ser exatamente iguais às do outro tratamento). Portanto, as variações são resultantes da interação entre variações nas condições do tratamento e as variações individuais.

a. Maior representatividade da população

Uma população é composta de elementos (suas partes). A população de diabéticos brasileiros é composta por todos os brasileiros diabéticos. Se estudamos o comportamento de certo tipo e marca de amortecedor de carro, a população é o conjunto desses amortecedores. Se o interesse é a aprendizagem por *inputs* visuais, então toda e qualquer aprendizagem particular que decorra de estímulos visuais comporá essa população. Se investigamos o comportamento de ajuste social de ex-presidiários brasileiros, cada ex-presidiário de nosso país faz parte dessa população.

No entanto, note que cada uma das populações exemplificadas acima possui uma estrutura interna. Por exemplo, os diabéticos brasileiros são compostos por pessoas com uma distribuição de gênero (% de homens e % de mulheres), de idade (% em cada faixa de idade), de grau de instrução, de gravidade da doença etc. Os amortecedores presentes hoje podem ser derivados de diferentes fabricantes (variações percentuais entre eles quando vemos o conjunto dos amortecedores que estão no mercado). No caso da aprendizagem, poderá haver uma diferença entre gênero das pessoas (% homens e % mulheres), ou de idade, ou ainda de classe social etc. Na população dos ex-presidiários, eles se diferenciam também em relação ao tipo e número de delitos cometidos, gênero, idade, grau de instrução, nível econômico etc.

Se a população tem certa estrutura (como visto no parágrafo anterior), uma amostra que pretenda representar essa população deve conter a mesma estrutura dessa população. Assim, se a população é composta de 45% de homens e 55% de mulheres, a amostra deve ter esses mesmos percentuais para cada sexo. No entanto, o que fazer quando não conhecemos todos os detalhes da estrutura da população? A alternativa que resta é selecionar indivíduos de forma aleatória, assumindo que, com isso, aqueles perfis mais frequentes da população aparecerão também de forma mais frequente na amostra; e os menos frequentes serão também menos frequentes na amostra. Esse é o princípio geral que rege a amostragem. Devido a isso, a amostragem se baseia em algumas regras e o procedimento deve ser muito cauteloso. Uma amostra que não representa a população invalida todo o estudo. Na busca por uma amostragem adequada, mostro a seguir dois cuidados importantes.

a1. estudar vários filhotes de um mesmo casal pode levar a conclusões condicionadas às características genéticas desses pais, o que pode não representar adequadamente o perfil genético da população. A conclusão pode representar apenas os filhos daqueles pais e não os filhos de indivíduos daquela população.

a2. a seletividade na captura ou de aquisição de informação pode levar a vieses amostrais como, por exemplo, a seleção dos animais mais lentos (que puderam ser facilmente capturados), das plantas mais baixas (que o pesquisador conseguiu amostrar), das pessoas mais desinibidas (que se prontificaram a ser entrevistadas) etc., que representam, em última análise, uma faceta particular da população. Um exemplo comum é quando iniciamos um estudo com 30 animais e, devido à mortalidade, conseguimos coletar os dados em apenas 10

deles. É fundamental que, nesse caso, registremos na publicação o ocorrido, pois nossos 10 animais estudados derivaram de uma seleção prévia (aqueles que sobreviveram às condições impostas).

Na amostragem, a crença mais comum é que 50 réplicas são preferíveis a 10, visto que 50 exemplares representam mais a população para a qual se aplica a inferência. De fato, esse raciocínio tem acolhida, mas apenas quando o tamanho da população for finito e relativamente pequeno. Numa população com 500 indivíduos, 50 e 10 representam, respectivamente, 10% e 2%. Mas, em geral, as populações são numericamente muito maiores, o que torna esses percentuais desprezíveis. Veja que uma população geralmente é composta de indivíduos passados, presentes e futuros. Assim, amostra com 10 ou 500 réplicas, em relação a uma população muito numerosa (alguns milhões de indivíduos), têm probabilidades de representatividade próximas a zero. Essa representatividade numérica não é, então, a melhor justificativa para aumentarmos o tamanho da amostra.

b. Maior confiança nos testes estatísticos

Outra questão é que as pesquisas com maior número de réplicas são mais confiáveis porque as probabilidades de erro obtidas no teste estatístico também ficam mais confiáveis. Isso é parcialmente válido. Vejamos um lado da questão. Dois estudos conduzidos, respectivamente, com 5 e 50 réplicas, sendo que cada um demonstra algum efeito ao nível de $p < 0,05$, têm a mesma probabilidade de erro na conclusão! Isso ocorre porque os valores críticos para a estatística calculada (t , F , χ^2 etc.) aumentam à medida que o número de réplicas (grau de liberdade) diminui. Por exemplo, num teste t de *Student* para grupos independentes, admitindo-se o nível crítico a 5%, o valor crítico da estatística é 2,048 para 15 réplicas (grau de liberdade = 28), ao passo que esse valor sobe para 2,776 se usarmos 3 réplicas (grau de liberdade = 4), e para 4,303 se usarmos 2 réplicas. Assim, se as conclusões com diferentes números de réplicas indicam efeito ao nível de 5%, então a probabilidade desse tipo de erro é a mesma, independentemente do número de réplicas.

Não podemos nos esquecer, no entanto, que, aumentando o rigor para aceitarmos a diferença significativa, aumentamos nossa chance de aceitarmos erroneamente a igualdade. Ou seja, quanto mais somos rígidos para aceitar que $A \neq B$, menos rígidos somos em aceitar que $A = B$, e vice-versa. Esses erros são inevitáveis. Vejamos um exemplo jurídico. Ao emitir uma sentença, o juiz está inevitavelmente sujeito a um dos seguintes erros: condenar um inocente (erro tipo I ou α) ou absolver um culpado (erro tipo II ou β). E quanto mais se procura reduzir um tipo de erro, mais aumenta o outro, pois são inversamente proporcionais.

Na prática cotidiana, o cientista atenta muito para um tipo de erro, procurando reduzir a aceitação de uma diferença equivocada. Assim, dá pouca importância ao outro erro. Fruto dessa problemática, muitas revistas tornam mais difícil a publicação de artigos em que haja negação da hipótese de trabalho (aquela que supõe diferença entre os grupos). Há assessores que chamam isso de

resultados negativos, pois corroboraram a hipótese da nulidade (H_0 = hipótese estatística, que diz que não há efeito). O cientista gosta de efeitos significativos, mostrados pela corroboração da hipótese de trabalho (experimental - H_1) por meio da negação da hipótese da nulidade. Esse problema é tão sério que recentemente têm surgido revistas especializadas em publicar os artigos que negam H_1 . Um exemplo pioneiro é a revista JASNH, *Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis*, lançada em 2002. Veja o que relatam os editores na *homepage* dessa revista.

*"Welcome to the Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis. In the past other journals and reviewers have exhibited a bias against articles that did not reject the null hypothesis. We seek to change that by offering an outlet for experiments that do not reach the traditional significance levels ($p < .05$). Thus, reducing the file drawer problem, and reducing the bias in psychological literature. Without such a resource researchers could be wasting their time examining empirical questions that have already been examined. We collect these articles and provide them to the scientific community free of cost."*¹⁴⁸

Num dos artigos dessa revista, Chris Aberson (2002) apresenta formas alternativas de análise de dados, argumentando que para negar uma hipótese (rejeitamos H_0) devemos mostrar os dados de forma estatisticamente mais detalhada do que quando a aceitamos. De fato, é mais fácil mostrar um evento que ocorre do que algo que não ocorre. Veja como é muito mais difícil mostrar que uma pessoa não está na cidade do que apresentar evidências de que ela está. Se alguém a vir, ela está na cidade. Mas se um conjunto de pessoas não a vir, não significa que ela não esteja na cidade.

Recentemente, surgiu o *Journal of Errology*¹⁴⁹, que pretende dar espaço ao cientista para divulgação daquilo que não deu certo (hipótese errada, metodologia equivocada, pressupostos enganosos etc.). Ou seja, mais uma tentativa para valorizar o erro, esse equívoco que é natural na vida de qualquer cientista. Portanto, a revista visa a aproveitar o que pode haver de bom nas experiências mal sucedidas.

c. Exigência do teste estatístico

Há situações em que o teste estatístico a ser empregado determina o menor valor de réplicas ou dados que devemos utilizar. Por exemplo, se desejamos testar correlação matemática entre duas variáveis, é aconselhável usarmos no mínimo cinco pares de dados, pois por 4 ou menos pontos podemos estabelecer vários tipos de curva.

148 <http://www.jasnh.com/>

149 Revista de Errologia - <http://bioflukes.com/All/bioflukes>

Além da correlação, há testes de comparação de médias que necessitam de um número mínimo por causa do cálculo do grau de liberdade (GL). É o caso, por exemplo, da análise de perfil, que compara um ou mais grupos em dois ou mais momentos sucessivos (há dependência entre os dados desses momentos). O número de réplicas deve ser ao menos uma unidade maior que o número de momentos para que o cálculo do GL não seja igual a zero ou negativo. Por exemplo, se estamos avaliando o peso dos organismos aos 15, 30, 45 e 60 dias de vida (4 momentos consecutivos), usando medidas repetidas nos mesmos indivíduos, o menor número de réplicas para cada dia de pesagem deve ser 5 (uma unidade a mais que os momentos a serem comparados). Essas são exigências técnicas que devem ser obedecidas. No entanto, o número de réplicas determinado por tais exigências está geralmente muito aquém daquele arbitrariamente sonhado pelo cientista.

d. Redução da variância

Para uma dada variável, os indivíduos de uma população não mostram os mesmos valores. Considerando isso, é natural que uma população apresente uma variabilidade (variância) entre os dados. Essa variância é *natural*, pois é uma das características intrínsecas da população. Ela existe, queiramos ou não. Porém, à medida que trabalhamos com amostras da população, essa variação dificilmente é igual à da população. De fato, essa variação resulta de variáveis interferentes que não conseguimos controlar (veja VII-14). Por exemplo, se analisarmos a frequência cardíaca de homens com idade de 50 anos completos, em repouso, estando no quinto dia de férias do trabalho, casados, pertencentes ao mesmo perfil profissional etc., certamente encontraremos uma variação nos resultados entre os indivíduos. Isso significa que há outras variáveis que levaram a essas diferenças, mas que não puderam ser controladas. Se tudo fosse rígida e hermeticamente controlado, todos os indivíduos deveriam apresentar a mesma frequência cardíaca. Numa população, cada indivíduo está numa condição única (social, psicológica, fisiológica etc.), o que torna a variabilidade uma característica da população. Se examinarmos todos os indivíduos da população, então saberemos exatamente qual é essa variabilidade. A Figura 14 ilustra essa representação e mostra como a variabilidade se altera conforme aumentamos o tamanho de nossa amostra (N° de réplicas).

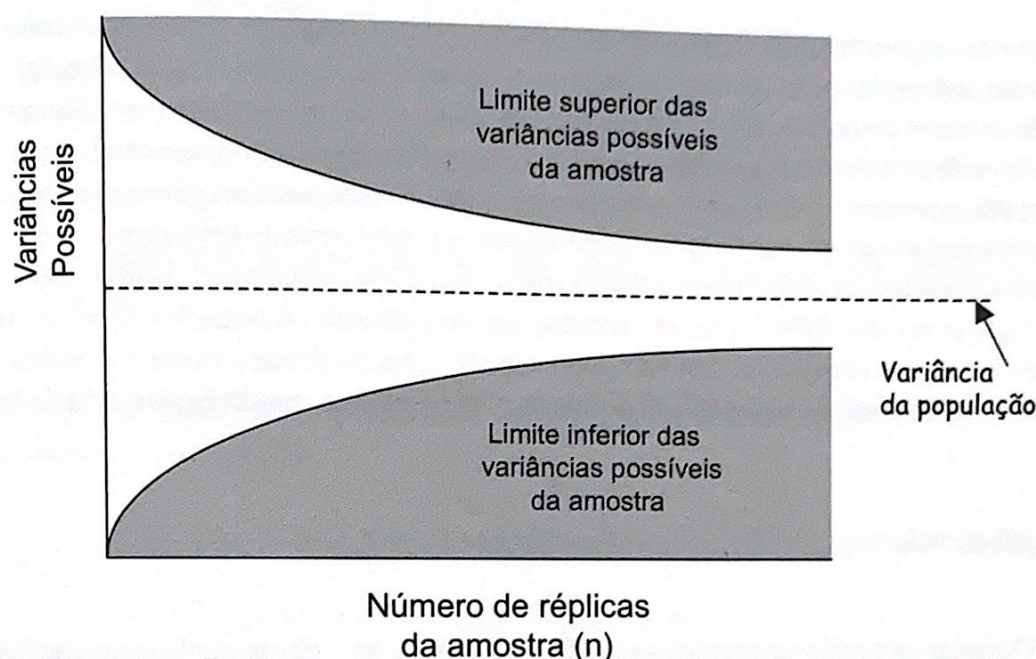


Figura 14. Comportamento hipotético da variância de uma população em função do aumento do tamanho da amostra.

Baixa variação dos dados numa mesma condição é importante para testarmos as diferenças entre duas ou mais condições experimentais. Quando duas amostras são consideradas estatisticamente iguais entre si, olhamos imediatamente para as variações em torno das médias, principalmente em estudos com grupos independentes: se forem baixas, confiamos na decisão estatística; se forem altas, duvidamos dessa decisão. Assim, o caminho adequado é melhorar os dados. Para isso, temos que aumentar o número de réplicas até que a variabilidade atinja valores compatíveis com o que se tem obtido na literatura¹⁵⁰. Podemos também aumentar a precisão¹⁵¹ na coleta de dados.

e. Dificuldades metodológicas

Embora possa haver motivos para aumentar o número de réplicas (amostra) numa pesquisa, as dificuldades metodológicas para fazê-lo são uma barreira natural e real. Há estudos nos quais cada dado coletado é caríssimo, ou mesmo envolve o tratamento de vários indivíduos até se conseguir a resposta

¹⁵⁰ Caso seu estudo seja o primeiro, então poderá concluir com o que tem. Mesmo assim, seria interessante olhar a flutuação da variabilidade dos dados em torno da média conforme aumenta o número de réplicas – procure parar quando houver certa estabilização dessa variabilidade em função do aumento do número de réplicas.

¹⁵¹ A precisão indica baixa variação dos resultados quando obtidos numa mesma situação.

desejada (por ex., alguns tipos de cirurgia cuja sobrevivência pós-cirúrgica é baixa). Em casos com dificuldades dessa ordem, devemos fazer uma relação *custo-benefício* entre a redução da variação obtida pelo aumento do número de réplicas e o custo (financeiro, operacional ou de bem-estar) decorrente desse aumento. Além disso, a natureza do objetivo influi no tamanho amostral. Alguns casos únicos são suficientes para dizer que algo existe (por ex., descoberta de algum fóssil pode ser determinante para provar que indivíduos daquele grupo existiam em determinada época do período geológico). Assim, é comum encontrarmos trabalhos científicos com amostra com milhares de indivíduos¹⁵², outros com apenas três ou quatro réplicas por condição¹⁵³ (por ex., estudos com organismos ou situações restritas), ou mesmo estudos com um único caso (por ex., animais de zoológico¹⁵⁴, descrições de caso na área médica¹⁵⁵ e fatos físicos cujo exemplo clássico é o papel da observação de um eclipse na predição da teoria de Einstein).

f. Valorização da vida

Outro aspecto relevante sobre a questão do número de réplicas numa pesquisa que envolve organismos vivos é a valorização da vida. Há comitês de ética que estabelecem códigos de ética para a experimentação animal (incluindo os seres humanos¹⁵⁶), ou mesmo zelum pelo seu cumprimento, de forma a se evitar ao máximo o sofrimento ou a matança desnecessária. Nesse particular, se um trabalho pode ser feito com cinco réplicas, não deve ser feito com 10! Muitas revistas científicas internacionais usam o cumprimento a tais códigos como pré-requisito indispensável para a aceitação dos artigos submetidos à publicação. Considerando que as justificativas objetivas que temos para estabelecer o número de réplicas numa pesquisa indicam sempre o número mínimo, a valorização da vida dos organismos pode evitar desperdícios e sofrimentos desnecessários.

De forma semelhante ao descrito em VII-1, siga os seguintes passos¹⁵⁷:

- 1 – examine artigos atuais em sua área de atuação, e que lidem com as variáveis de sua pesquisa; esses artigos devem estar publicados em revistas compatíveis com o nível onde você pretende publicar seu estudo;

152 Oliveira *et al.* (2010), com 11.869 indivíduos considerados para análise (vários foram excluídos para melhor homogeneização da amostra).

153 Em Plotnik *et al.* (2006), apenas 3 elefantes foram estudados, dos quais apenas 1 apresentou a resposta esperada.

154 Maia & Volpato (2012) estudaram apenas duas onças, uma mãe e uma filha; uma não é réplica da outra.

155 Tavacoli *et al.* (2009). Com base num único caso, os autores afirmam que o vírus do carrapato pode ser a causa de encefalite fatal em veados. Ray *et al.* (2012) acrescentaram um único caso descrito uma revisão da literatura.

156 Embora na prática muitas áreas se refiram a animal sem incluir os seres humanos, até que se prove o contrário o ser humano é um animal. Ele é apenas mais uma espécie entre tantas outras, mas não é, por exemplo, um vegetal.

157 Baseado em Volpato (2008).

- 2 – na escolha desses artigos, evite aqueles de autores consagrados e de autores de países consagrados. Esses autores geralmente publicam coisas que nós não conseguiríamos (trata-se de um preconceito, mas que deve ser entendido e enfrentado). De preferência, olhe artigos que sofreram os mesmos preconceitos de análise que seu artigo terá chance de sofrer (por ex., examine artigos de brasileiros que publicaram no periódico em que você deseja publicar);
- 3 – veja nesses artigos qual o tamanho das amostras. Esses valores lhe darão um referencial adequado.

Note que esses artigos publicados resumem os problemas reais subjacentes à escolha do tamanho amostral, como segue:

- ... atendem às exigências estatísticas, pois estão publicados.
- ... são viáveis tecnicamente, pois alguém os conseguiu.
- ... respeitam os costumes da área, pois foram examinados na área.
- ... atendem aos costumes do nível da revista, pois estão nela.

VII-19 Quando escolher o teste estatístico?

O perfil do teste estatístico deve ser escolhido na fase de planejamento do estudo. Nessa fase, devemos ter noção precisa de como analisar os resultados, o que inclui a análise estatística. O delineamento escolhido condiciona os testes estatísticos aplicáveis. É evidente que, após a coleta de dados, algumas novidades podem surgir e adequações podem ser feitas. No entanto, não se admite iniciar a coleta de dados sem se ter a noção de como pretende analisá-los. Há estudos que são perdidos por falta desse cuidado. Há cientistas que ainda insistem em estabelecer um objetivo geral de pesquisa e, a partir daí, coletar os dados. Ao final, avalia o que obteve e analisa como pode. No entanto, muitas vezes ocorre que, depois de coletados os dados, percebe-se que não há como analisá-los estatisticamente, ou ao menos parte deles.

Como frisado acima, a definição exata do teste estatístico será possível apenas quando estiver com os dados. Por exemplo, para determinar o teste estatístico deverá conhecer o perfil de seus dados, como sua distribuição normal ou não, o perfil das variâncias entre as amostras e a existência de *outliers* ou não.

O que se deve definir, em termos estatísticos, antes do início da coleta de dados, é se haverá ao menos alguma forma viável de análise dos dados. Por exemplo, deverá propor um teste de correlação, ou mesmo uma análise de variância; mesmo sabendo que esses testes podem variar se os dados tiverem distribuição normal ou não (veja VII-20).

VII-20 Como escolher o teste estatístico?

Este tópico é de suma importância e recomendo a leitura do livro “Estatística sem dor!!!” (Volpato e Barreto 2011), cujo objetivo é mostrar, de forma simples, como escolher um teste estatístico e como interpretar os resultados dos principais testes disponíveis.

Na escolha da análise estatística dos dados, devemos considerar o tipo de relação entre as variáveis e o delineamento empregado (veja VII-10 e VII-13). Embora essa fase não dispense o auxílio de um estatístico, o cientista deve dominá-la, inclusive para conseguir expressar-se adequadamente ao estatístico. A seguir, apresento sete questões a serem consideradas na escolha do teste estatístico ou mesmo para iniciar a conversa com o estatístico. A resposta a algumas delas requer que os dados já tenham sido coletados, enquanto outras não necessitam da presença dos dados e são úteis já no planejamento.

1. A análise que pretendemos empregar envolve apenas descrição, ou avaliação de associação (correlações, regressões ou comparação entre tratamentos – médias, medianas, frequências ou proporções)? As medianas são usadas nas comparações entre variáveis com distribuição não normal e as médias, mais comumente entre aquelas de distribuição normal.
2. As variáveis quantificadas são discretas (ex., frequências como 1, 2, 3, ...) ou contínuas (ex., peso: 1,23g; 1,34g; 1,00g; ...)? As variáveis contínuas geralmente levam a testes paramétricos e as discretas, aos não-paramétricos. Por outro lado, podemos transformar matematicamente variáveis discretas em contínuas. Por exemplo, a extração de raiz quadrada de cada valor (ou de cada valor acrescido de 0,5 quando existe ao menos um valor zero no conjunto dos dados), o cálculo do logaritmo ou arco seno de cada dado etc. Essas transformações podem normalizar a distribuição dos dados das variáveis discretas e, quando isso ocorre, podemos aplicar testes paramétricos.
3. No caso de correlações, mais de duas variáveis serão correlacionadas ao mesmo tempo? Se forem mais de duas, faremos correlação multivariada. Nela, se for uma variável (por ex., peso ao nascimento) versus um conjunto de variáveis (por ex., resistência imunológica, idade para engatinhar, idade para andar, frequência de doenças acometidas etc.), será análise de correlação multivariada simples. Se for um conjunto de variáveis versus outro conjunto, testaremos correlação canônica. Por exemplo, fatores A (meses no nascimento, peso e altura ao nascer) versus fatores B (resistência imunológica, idade para engatinhar, idade para andar, frequência de doenças). Caso sejam correlações entre duas variáveis apenas, usaremos correlação simples, linear ou não.

4. Há relação de dependência dos dados entre os grupos a serem comparados? O caso clássico de dependência é quando coletamos dados de um mesmo indivíduo ao longo do tempo. Por exemplo, evolução do peso a partir do início e a cada 30 dias, durante um ano. É evidente que o peso de uma dessas medidas pode influenciar o peso da medida seguinte. Outro exemplo pode ser a condição prévia de conhecimento e o desempenho num teste de aprendizagem (indivíduos que conhecem mais determinado assunto podem se sair melhor no teste... assim, devemos ponderar esse “ponto de partida”). Observe que a dependência não ocorre somente nos casos em que os dados de duas ou mais condições são coletados num mesmo indivíduo. Pode haver dependência entre grupos compostos de diferentes organismos. Por exemplo, numa situação de restrição alimentar, a quantificação da ingestão alimentar individual em um grupo de animais pode envolver dependência, pois o que um animal come determina o que resta para os outros comerem e, assim, interfere no que os demais poderão comer (ou comerão).
5. As médias, frequências ou proporções serão comparadas entre duas ou mais amostras? Imagine a comparação do peso entre homens e mulheres (duas amostras a serem comparadas) ou entre homens de 4 faixas etárias (4 amostras sendo comparadas).
6. Há dados muito discrepantes (outliers) numa mesma amostra? [critério: fora do limite $\text{média} \pm (2 \times \text{desvio padrão})$; veja IX-8].
7. Qual é o coeficiente de variação dos dados em cada grupo? Grandes variâncias podem impedir a utilização de determinados testes estatísticos e geralmente indicam que a distribuição dos dados é não normal. Além disso, quando as variâncias são muito discrepantes entre as amostras a serem comparadas, alguns testes ficam proibitivos e algumas correções podem ser necessárias.

De posse dessas informações, o cientista pode consultar o estatístico. Porém, há questões simples que devem ser resolvidas diretamente pelo cientista. Resumidamente, um esquema útil é apresentado nas Figuras 15 e 16. Lembre-se de que os testes paramétricos comparam as médias das amostras, enquanto que os testes não-paramétricos comparam as medianas das amostras (não esqueça de ressaltar isso na apresentação dos resultados). É evidente que existem outros testes (veja Volpato e Barreto 2011), mas as figuras indicadas solucionam os problemas mais usuais ou mesmo remete o leitor de forma mais direcionada para os livros de estatística.

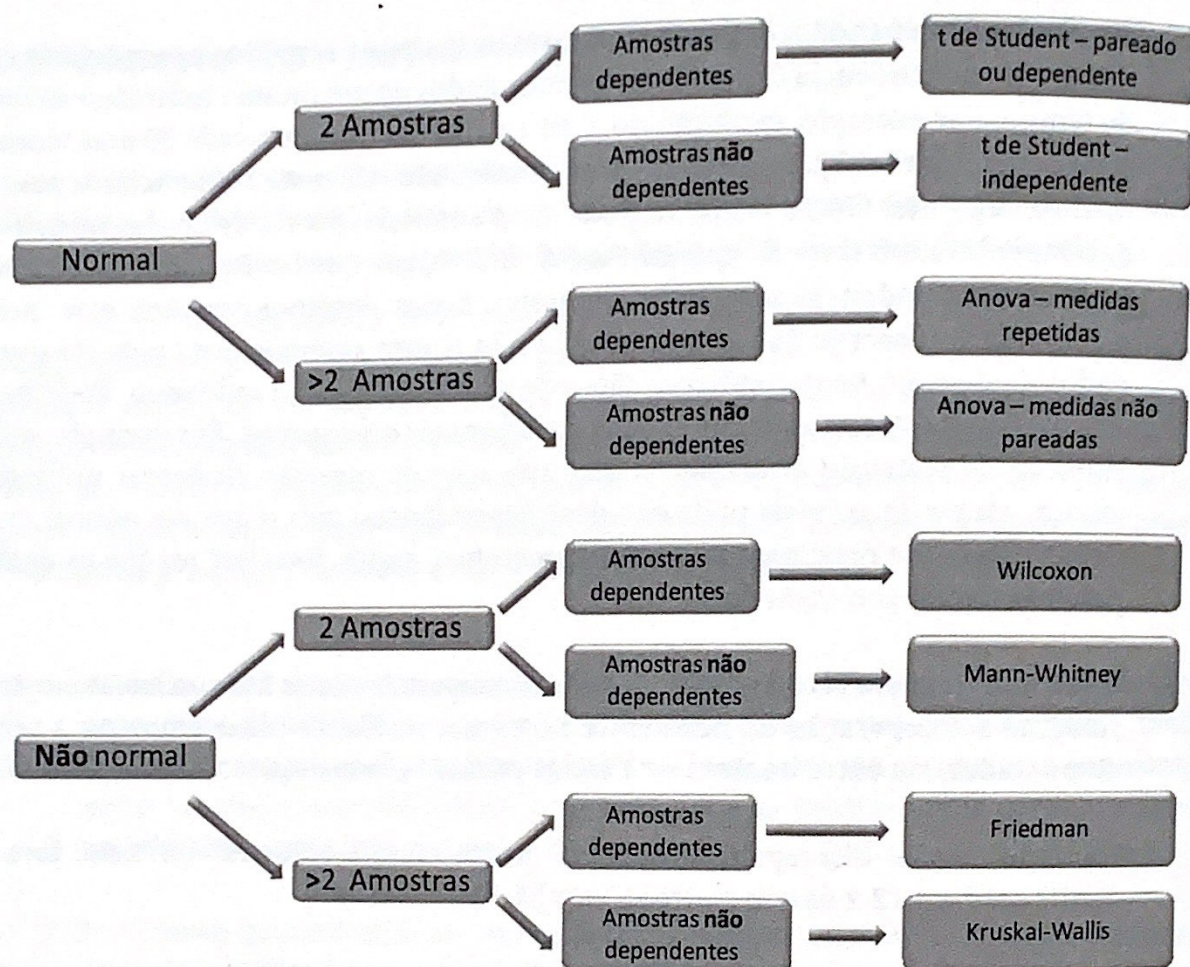


Figura 15. Chave dicotômica para escolha de teste estatístico considerando distribuição dos valores e estrutura do delineamento do estudo.

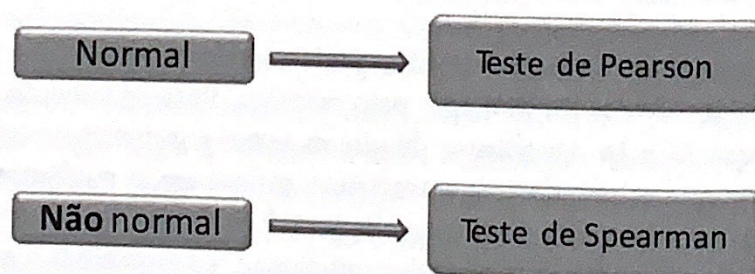


Figura 16. Testes de correlação em função da distribuição da amostra.

VII-21 Qual é a estrutura de um projeto de pesquisa?

Na sua essência, o projeto deve mostrar claramente o que será estudado, incluindo as razões que justificam esse objetivo, e como será realizado o estudo. A primeira parte fica na Introdução e a segunda no Planejamento da Pesquisa. No conjunto, as seguintes informações devem ser especificadas no projeto de pesquisa:

Introdução

- a. O problema a ser investigado.
- b. Justificativas que validam o objetivo do estudo.
- c. O objetivo do estudo (se houver hipótese, expressar as variáveis com clareza e, se possível, expressar as previsões¹⁵⁸ de cada hipótese).

Planejamento da Pesquisa

- a. Procedência/tipo do sujeito (organismo ou não) em estudo.
- b. Delineamento. Ele deve indicar as características fundamentais de cada tratamento, a dinâmica temporal do estudo (imposição de variáveis independentes e coleta dos resultados das variáveis dependentes) e a unidade (indivíduo, grupo de descendentes, grupo de indivíduos etc.) e o número mínimo de réplicas previsto (veja VII-18).
- c. Possíveis variáveis interferentes que serão controladas.
- d. Técnicas de quantificação das variáveis do estudo.
- e. Formas de análise dos dados, geralmente incluindo os testes estatísticos previstos, indicando também as comparações fundamentais para se atingir o objetivo do estudo.

Com essa estrutura, qualquer assessoria científica poderá julgar a pertinência do projeto: basicamente, a validade do objetivo e a adequação metodológica (falha num desses itens resulta

¹⁵⁸ As previsões de uma hipótese são os fatos que se espera ocorrer (detectar) caso a hipótese seja correta. Se nossa hipótese preconiza que o aumento da densidade populacional exacerba a agressividade intraespecífica em determinada espécie, então uma previsão seria que os animais mantidos na maior densidade populacional exibirão maior número de confrontos entre si, comparados aos que estão nas menores densidades.

em negação da proposta). Note que todo objetivo de pesquisa deve ser atingido. O que ocorre é que as pessoas se enganam quando escrevem o objetivo da pesquisa. Considerando os três tipos lógicos de pesquisa (veja VII-10), seu objetivo será basicamente descrever algo ou testar associação entre duas ou mais variáveis. No primeiro caso, o projeto deve garantir que se consiga descrever o que se pretende. No segundo caso, o projeto deve mostrar que será possível testar essa hipótese de associação (ou testando-se correlações ou comparando-se médias, medianas, frequências ou proporções). Portanto, nessa fase já é possível prever a qualidade da publicação a ser conseguida, a qual decorre da validade do objetivo e da robustez metodológica. Por essa razão que uma agência pode direcionar quantias significativas de dinheiro a um projeto que ainda não possui os dados coletados.

Partindo da estrutura lógica mínima necessária descrita acima, a estrutura formal mais geral de um projeto pode incluir¹⁵⁹:

- Capa:
 - a1. Título
 - a2. Autor(es)
 - a3. Instituição(ões) de afiliação do(s) autor(es)
 - a4. Local de realização da pesquisa (se diferente do item anterior)
 - a5. Tipo de solicitação (bolsa de Mestrado, Auxílio, Edital etc.)
 - a6. Mês e ano
- Resumo do projeto (não mais que uma página)
- Introdução concisa [pode ou não conter o(s) objetivo(s) da pesquisa]
- Objetivo(s) [indicando claramente o(s) objetivo(s) teórico(s) e o(s) operacional(is) – veja VI-3]. Se houver hipótese, apresentá-la claramente e indicar as principais previsões.
- Planejamento da pesquisa
- Resultados esperados – este item pode ser interpretado de duas formas: a) previsões da hipótese (se ela estiver certa, que resultados a serem encontrados são previstos) ou b) consequências do projeto em termos de formação de pessoas, publicações esperadas, recomendações ao público etc. Consulte a agência de fomento para saber o que solicitam.
- Exequibilidade do projeto (justificando que o projeto é viável, principalmente no aspecto operacional)

159 A estrutura de um projeto de pesquisa é geralmente definida pela instituição à qual se dirige (por ex., CNPq, Capes, Fapesp etc.). Em alguns casos, no entanto, não há um modelo pré-estabelecido e cabe ao cientista organizar seu projeto.

- Lista de materiais (se for o caso)
- Cronograma das atividades – construa-o de forma detalhada, considerando que ele é feito também para você. Embora a maioria das pessoas só olhe o cronograma no momento de elaborá-lo, ele é seu referencial para saber se está cumprindo o que planejou. Durante a pesquisa, consulte-o ao menos uma vez por mês.

Atenção: programe tempo para a redação do manuscrito e nunca se esqueça de incluir essa atividade no cronograma e no orçamento, se pretende publicar em revista paga. Esquecimento desse *detalhe* leva a maioria dos cientistas a não publicar seus estudos. Outra dica importante: redija os relatórios na forma mais próxima à do manuscrito. Além desse texto, anexe dados que certamente não aparecerão no artigo, mas que comprovem as atividades desenvolvidas. Lembre-se que um artigo é bem mais enxuto que um relatório. Com isso, terá avançado na redação do artigo e deixará os assessores contentes ao verem todos os seus dados, desde os úteis até os inúteis¹⁶⁰, convencendo-os de que você trabalhou bastante.

- Referências
- Data e assinatura do(s) autor(es)
- Dependendo do tema, pode ser necessário incluir atestado da comissão de ética, aprovando o protocolo do estudo.

Referências

- Aberson C. 2002. Interpreting null results: improving presentation and conclusions with confidence intervals. *JASNH* 1(3): 36-42.
- Oliveira C de, Watt R, Hamer M. 2010. Toothbrushing, inflammation, and risk of cardiovascular disease: results from Scottish Health Survey. *British Medical Journal* 340: c2451.
- Ray S, Kundu S, Goswami M, Maitra S. 2012. Tropical pulmonary eosinophilia misdiagnosed as military tuberculosis: a case report and literature review. *Parasitology international* 61(2): 381-4.

¹⁶⁰ Apesar disso, defendo que mesmo o relatório deveria ser na forma de artigo, sem necessidade de mostrar todos os dados. Além de agilizar a publicação dos dados, esta proposta é coerente com os objetivos da ciência. De nada vale o quanto você trabalhou, mas sim a qualidade de suas conclusões. Portanto, várias tabelas com dados que não levam a muita coisa só atestam seu esforço; mas são as conclusões primorosas e interessantes que mostram que você trabalhou corretamente. Se hoje os cientistas analisam as conclusões com base nos resultados dos artigos, porque nos relatórios deveríamos incluir muito mais dados? Seriam os relatórios melhores que os artigos científicos publicados?

- Saint-Exupéry A de. 2006. *O pequeno príncipe*. Agir Editora Ltda..
- Tavakoli N et al. 2009. Fatal case of deer tick virus encephalitis. *New England Journal of Medicine* 360(20): 2099-2107.
- Volpato GL. 2007. *Bases Teóricas para Redação Científica*. Cultura Acadêmica, Editora Scripta.
- Volpato GL, Barreto RE. 2011. *Estatística Sem Dor!!!* Editora Best Writing.

Literatura Complementar

- Aber JM, Papavero N. 1991. *Teoria intuitiva dos conjuntos*. Editora McGraw-Hill.
- Alves AC. 2011. *Lógica, pensamento formal e argumentação*. 5ª ed. Editora Quartier Latin.
- Aranha MLA, Martins MHP. 2003. *Filosofando: introdução à filosofia*. Editora Moderna.
- Barbosa C. 2011. *A tríade do tempo*. Sextante.
- Baronett S. 2009. *Lógica, uma introdução voltada para as ciências*. Editora Bookman.
- Beveridge WIB. 1981. *Sementes da descoberta científica*. Edusp.
- Bickenbach JE, Davies JM. 1997. *Good reasons for better arguments; an introduction to the skills and values of critical thinking*. Broadview Press.
- Carraher DW. 1999. *Senso crítico*. Editora Pioneira.
- Castro AA, Saconato H, Guidugli F, Clark OAC. 2002. *Curso de revisão sistemática e metanálise* [Online]. São Paulo: LED-DIS/UNIFESP. Disponível em: <http://www.virtual.epm.br/cursos/metanalise>.
- Feyerabend PK. 1993. *Against method*. 3ª ed. Editora Verso.
- Figueiredo NMA (Org.). 2004. *Método e metodologia na pesquisa científica*. Editora Difusão.
- Forthofer RN, Lee ES. 1995. *Introduction to biostatistics: a guide to design, analysis, and discovery*. Academic Press.
- Hailman JP, Karen BS. 2006. *Planning, proposing, and presenting science effectively: a guide for graduate students and researchers in the behavioral sciences and biology*. Cambridge University Press.
- Harvard Business Review. 2002. *Empreendedorismo e estratégia*. Editora Campus.
- Hurley PJ. 2008. *A concise introduction to logic*. 10ª ed. Editora Cengage Learning.
- Kaplan A. 1972. *A conduta na pesquisa*. Edusp.

- Köche JC. 2002. *Fundamentos de metodologia científica; teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. 20ª ed. Editora Vozes.
- Lehner PN. 1998. *Handbook of ethological methods*. Cambridge University Press.
- Magee B. 1973. *As idéias de Popper*. Editora Cultrix.
- Magnusson WE, Mourão G. 2003. *Estatística sem matemática*. Editora Planta.
- Marconi MA, Lakatos EM. 1988. *Técnicas de pesquisa*. Editora Atlas S.A.
- Miller S. 1977. *Planejamento experimental e estatística*. Zahar Editores.
- Mlodinow L. 2008. *O andar do bêbado*. Jorge Zahar Editor.
- Moraes IN. 1978. *Elaboração da pesquisa científica*. Editora de Publicações Médicas.
- Oliveira DPR. 2009. *Fundamentos de administração*. Editora Atlas.
- Pereira JCR. 2010. *Bioestatística em outras palavras*. Edusp.
- Popper KR. 2000. *A lógica da pesquisa científica*. Editora Cultrix.
- Salsburg D. 2009. *Uma senhora toma chá: como a estatística revolucionou a ciência no século XX*. Jorge Zahar Editor.
- Sidman M. 1976. *Táticas da pesquisa científica*. Editora Brasiliense.
- Sokal RR, Rohlf FJ. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. Editora W. H. Freeman and Co.
- Victora CG, Knauth DR, Hassen MNA. 2000. *Pesquisa qualitativa em saúde: uma introdução ao tema*. Tomo Editorial.
- Vieira S, Wada R. 2004. *O que é estatística*. Coleção Primeiros Passos. 3ª ed., 2ª reimpressão. Editora Brasiliense.
- Weatherall M. 1970. *Método científico*. Edusp e Editora Polígono.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall.