

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA

**ESTATÍSTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE ENSINO UTILIZANDO
A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R**

RECIFE

2025

BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA

**ESTATÍSTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE ENSINO UTILIZANDO
A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal de Rural Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências, na linha de pesquisa Ensino e Aprendizagem de Ciências e da Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Lira Veras
Xavier de Andrade

RECIFE

2025

BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA

**ESTATÍSTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE ENSINO UTILIZANDO
A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal de Rural Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências, na linha de pesquisa Ensino e Aprendizagem de Ciências e da Matemática.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade (Presidente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dr^a Anna Paula de Avelar Brito Lima (Membro Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira Monteiro (Membro Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

RECIFE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

S725e Sousa, Beatriz Bezerra de.
Estatística no ensino médio: uma proposta de ensino utilizando a linguagem de programação R / Beatriz Bezerra de Sousa. – Recife, 2025.
127 f.; il.

Orientador(a): Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

1. Estatística (Ensino médio). 2. Programação em R. 3. Didática (Ensino médio). I. Andrade, Vladimir Lira Veras Xavier de, orient. II. Título

CDD 507

AGRADECIMENTOS

Como cita Lenine na música *Castanho*: “O que eu sou, eu sou em par. Não cheguei sozinho.” Sou fruto da junção de todas as pessoas que passaram por mim ao longo da vida. Pessoas que são sinônimos de afeto, companheirismo e amor verdadeiro. A essas pessoas, dedico meus agradecimentos.

Primeiramente gostaria de começar agradecendo a Deus. Ainda não sei explicar muito bem minha ligação com Ele, mas sei que sou muito privilegiada por tudo que Ele me proporciona viver e sentir.

Em seguida, agradeço à minha mãe, Wilma Bezerra, por ter abdicado de tantas coisas na sua vida para que eu pudesse realizar meus sonhos. Por sempre me apoiar, me incentivar e acreditar no meu potencial. Ao meu pai, Edson Sousa (em memória), por sempre torcer e acreditar em mim, por ter me dito “seja a melhor professora” quando eu decidi fazer Matemática. Eu não estaria aqui sem vocês.

Agradeço ao meu marido, Anderson Guerra, por ter sido meu suporte durante os últimos anos. Agradeço por sempre estar presente, me guiando, me aconselhando, torcendo e vibrando pelas minhas conquistas. Por não me deixar cair e sempre acreditar que é possível.

Agradeço ao meu orientador, Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade, por ser um ser humano incrível que me acolheu desde o primeiro momento. Vladimir foi sinônimo de paciência e trouxe uma leveza durante todo esse processo. Obrigada por estar sempre disponível, encaixar reuniões para atender às minhas demandas, me orientar academicamente e na vida. Obrigada por sempre acreditar que daria certo.

Gostaria de agradecer também aos meus antigos coordenadores, Sérgio Lopes e Denize Arruda, pelo apoio durante esses anos do mestrado. Agradeço por todo o suporte, pela compreensão e pela confiança demonstrada sempre que precisei me ausentar, sair mais cedo ou chegar após o horário no trabalho devido a alguma apresentação ou evento do mestrado. Vocês foram essenciais nesse processo.

Não posso deixar de mencionar e agradecer aos meus colegas de turma, mas, especialmente, a quem segurou a minha mão desde o primeiro dia de aula no PPGEC: Natália Lucile e Rhaysa Farias, minhas maiores companheiras durante os últimos 2 anos. Agradeço por estarem ao meu lado, por me ouvirem e me aconselharem. Obrigada por compartilharmos momentos tão valiosos.

Agradeço às minhas amigas que me acompanham há alguns anos, mas

especialmente durante esses anos de mestrado, vibraram pelas minhas conquistas, sofreram comigo e acreditaram em mim (muitas vezes até mais do que eu mesmo). Meus sinceros agradecimentos a: Alessandra Maria, Alice Oliveira, Giovana Lasalvia, Isabele Cavalcanti, Karen Lais e Viviane Figueiredo.

Um agradecimento especial à Vitória Farias, minha amiga desde a graduação. Eu costumo dizer pros meus alunos que as amizades que fazemos na graduação determina os caminhos que trilharemos a partir daquele momento. Ainda bem que eu encontrei Vitória nesse caminho. Ela é minha maior parceira e incentivadora. É a demonstração mais pura do sentimento de amizade e confiança; é uma inspiração como profissional, como mulher e como amiga. Obrigada por sempre estar aqui.

Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, e aos docentes que tive a sorte de cursar as disciplinas do programa. À minha banca de qualificação que trouxe grandes contribuições para o desenvolvimento da minha pesquisa: Prof. Dr. José Ivanildo Felisberto de Carvalho e Profa. Dra. Anna Paula de Avelar Brito Lima.

Para finalizar, agradeço a todos da escola que participou da pesquisa. Obrigada pela disponibilidade e atenção para que esse trabalho fosse aplicado com todo suporte possível — especialmente aos alunos e alunas que sempre se mostraram dispostos em participar das aulas elaboradas. Agradeço à FACEPE pela bolsa concedida para cursar o mestrado e à instituição que me acolheu nesse período: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

“Quem planta tâmaras não colhe tâmaras.”

(Provérbio Árabe)

RESUMO

Essa pesquisa teve como objetivo principal analisar a linguagem de programação R como recurso didático para o ensino de Estatística no Ensino Médio. O referencial teórico foi construído com base nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o campo da Estatística, além de pesquisas que abordam o ensino de Estatística na educação básica e o uso do software R como ferramenta pedagógica. Esses aportes forneceram suporte teórico para a análise dos dados coletados. Quanto à metodologia, adotamos uma abordagem qualitativa e exploratória baseada na Engenharia Didática descrita por Michele Artigue, que compreende quatro fases: análises preliminares; concepção e análise a priori; experimentação; e análise a posteriori. Os participantes foram alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola privada localizada no município de Paulista – Pernambuco. A coleta dos dados foi por meio do registro escrito (pré-teste e questionário de avaliação); vídeo gravações realizadas durante todas as atividades propostas; e o backup das atividades desenvolvidas pelos estudantes no ambiente do Posit Cloud. A sequência de atividades foi elaborada com base nos resultados do pré-teste aplicado inicialmente aos estudantes, nas pesquisas que abordam o ensino de estatística (com ênfase na média e desvio padrão) e a BNCC. Os resultados do pré-teste revelaram dificuldades específicas dos estudantes, incluindo a realização do cálculo do desvio padrão, a compreensão de conceitos distintos relacionados à média, e a correta aplicação do algoritmo utilizado para seu cálculo. A partir desses dados organizamos a sequência didática com atividades no Rstudio. Os resultados dessa etapa indicam que os estudantes tiveram percepções positivas ao utilizar o software, especialmente em relação à organização e manipulação dos dados. Eles consideraram que o software auxilia em cálculos, como o desvio padrão e a média de um grande conjunto de dados. Entretanto, os estudantes também apontaram como aspecto negativo a necessidade de memorizar muitos códigos. De modo geral, os resultados sugerem que a utilização do RStudio na Educação Básica pode ser uma ferramenta eficaz para o ensino de conceitos estatísticos e programação. Com base nos resultados observados, consideramos que esse trabalho pode contribuir para o ensino de Estatística na Educação Básica e também para o desenvolvimento de pesquisas no campo da educação estabelecendo relações entre o ensino de Estatística e softwares de programação.

Palavras-Chave: Ensino de Estatística; Programação em R; Engenharia Didática.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the R programming language as a didactic resource for teaching Statistics in high school. The theoretical framework was built based on the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC) for the field of Statistics, as well as studies that address the teaching of Statistics in basic education and the use of R software as a pedagogical tool. These references provided theoretical support for analyzing the collected data. Regarding methodology, we adopted a qualitative and exploratory approach based on Didactic Engineering as described by Michèle Artigue, which consists of four phases: preliminary analyses, design and a priori analysis, experimentation, and a posteriori analysis. The participants were third-year high school students from a private school located in Paulista, Pernambuco. Data collection included written records (pre-test and evaluation questionnaire), video recordings of all proposed activities, and backups of the students' activities developed in the Posit Cloud environment. The sequence of activities was designed based on the results of the initial pre-test, research on statistics teaching (focusing on mean and standard deviation), and the BNCC guidelines. The pre-test results revealed specific difficulties among students, such as performing standard deviation calculations, understanding distinct concepts related to the mean, and correctly applying the algorithm used for its calculation. Based on these findings, we structured a didactic sequence with activities in RStudio. The results from this stage indicate that students had positive perceptions of using the software, particularly regarding data organization and manipulation. They found the software helpful for performing calculations such as standard deviation and the mean of a large dataset. However, students also highlighted a negative aspect: the need to memorize numerous codes. Overall, the results suggest that using RStudio in basic education can be an effective tool for teaching statistical concepts and programming. Based on the results observed, we consider that this study can contribute to the teaching of Statistics in basic education and foster research in the field of education by establishing connections between teaching Statistics and programming software.

Keywords: Teaching of Statistics; Programming in R; Didactic Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Interface do R	47
Figura 2 – Interface do Posit Cloud	48
Figura 3 - Interface do RStudio	49
Figura 4 — Operações Matemáticas básicas.....	51
Figura 5 — Algumas outras operações	52
Figura 6 – Criando uma lista	53
Figura 7 – Criando um vetor.....	54
Figura 8 — Criando uma matriz a partir de um vetor	55
Figura 9 — Criando um data.frame	56
Figura 10 – Criando uma função no RStudio	57
Figura 11 – Resultado da função adição.....	57
Figura 12 – Calculando a média de um conjunto de dados.	58
Figura 13 – Calculando a mediana de um conjunto de dados.	59
Figura 14 – Calculando a moda de um conjunto de dados	60
Figura 15 — Calculando a amplitude de um vetor.	60
Figura 16 — Calculando a variância de um conjunto de dados	61
Figura 17 — Calculando o desvio padrão de um conjunto de dados	62
Figura 18 – Exemplo das variáveis analisadas.	68
Figura 19 – Grafo implicativo modo cone (variáveis Q1AC, Q2AC, Q2BC, Q3C, Q4AC, Q4BC, Q5C, Q8AC e Q9AC).....	77
Figura 20 – Grafo implicativo modo cone (variáveis Q2AE, Q2BE, Q3E, Q4AE, Q4BE, Q5E, Q8AE e Q9AE).....	79
Figura 21 – Grafo implicativo modo cone (variáveis Q3C, Q6C, Q7C, Q8BC, Q10C)	81
Figura 22 – Resultados do grupo A na primeira parte da atividade 1.....	83
Figura 23 – Resultado do grupo C na primeira parte da atividade 1	84
Figura 24 – Resultado do grupo E na primeira parte da atividade 1	84
Figura 25 – Resultado do grupo B sobre a segunda parte da atividade 1.....	85
Figura 26 – Resultados dos grupos B sobre a terceira parte da atividade 1	86
Figura 27 – Resultados do grupo E sobre a terceira parte da atividade 1.....	86
Figura 28 – Resultados do grupo 1 na atividade 2.....	87
Figura 29 – Resultados do grupo 2 na atividade 2.....	88
Figura 30 – Resultados do grupo 3 na atividade 2.....	88

Figura 31 – Resultados do grupo 1 na atividade 3	89
Figura 32 – Resultados do grupo 2 na atividade 3	90
Figura 33 – Resultados do grupo 3 na atividade 3	91
Figura 34 – Resultados do grupo A na primeira parte da atividade 4.....	93
Figura 35 – Resultados do grupo A na segunda parte da atividade 4.....	94
Figura 36 – Resultados do grupo B na segunda parte da atividade 4.....	95
Figura 37 – Resultados do grupo E na segunda parte da atividade 4.....	95
Figura 38 – Resposta do estudante A2	99
Figura 39 – Resposta do estudante C2.....	99
Figura 40 - Resposta do estudante B2.....	102
Figura 41 – Resposta do estudante C1	102
Figura 42 – Resposta do estudante B3	104
Figura 43 – Resposta do estudante E3	104
Figura 44 – Resposta do estudante B2	105
Figura 45 – Resposta do estudante C3.....	105
Figura 46 - Resposta do estudante D2.....	106
Figura 47 – Resposta do estudante B2.....	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Total de resultados por variável.....	75
Gráfico 2 – Conhecimento prévio da linguagem R.....	98
Gráfico 3 – Conhecimento de outras linguagens de programação.....	98
Gráfico 4 – Quantidade de linguagens de programação conhecida pelos estudantes	100
Gráfico 5 – Dificuldades encontradas pelos alunos.....	101
Gráfico 6 – Respostas dos estudantes sobre o auxílio do R na compreensão de conceitos estatísticos	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Habilidades relacionadas a Estatística para o Ensino Médio de acordo com a BNCC.	35
Quadro 2 – Critérios de análise.....	68
Quadro 3 – Variáveis definidas para as questões.....	68
Quadro 4 – Descrição das atividades e dos comportamentos esperados pelos estudantes.....	71
Quadro 5 – Intervalos do grafo implicativo.....	76

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	16
1 INTRODUÇÃO	18
2 ESTATÍSTICA E SEU ENSINO	23
2.1 PENSAMENTO ESTATÍSTICO	24
2.2 LETRAMENTO ESTATÍSTICO.....	25
2.3 RACIOCÍNIO ESTATÍSTICO	25
2.4 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ESTATÍSTICA	26
2.4.1 População e Amostra	26
2.4.2 Variáveis	27
2.4.3 Medidas de tendência central.....	27
2.4.3.1 Média Aritmética Simples.....	27
2.4.3.2 Média aritmética ponderada.....	28
2.4.3.3 Moda.....	28
2.4.3.4 Mediana.....	28
2.4.4 Medidas de dispersão	28
2.4.4.1 Amplitude.....	29
2.4.4.2 Variância.....	29
2.4.4.3 Desvio padrão.....	30
2.5 ALGUNS ESTUDOS SOBRE O ENSINO DE MÉDIA ARITMÉTICA E DESVIO PADRÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	30
2.6 ENSINO DE ESTATÍSTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	32
3 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO.....	37
4 A LINGUAGEM R.....	43
4.1 O R NA EDUCAÇÃO BÁSICA	44
4.2 CONHECENDO O R.....	47
4.3 OPERAÇÕES MATEMÁTICAS BÁSICAS NO RSTUDIO	50
4.4 ESTRUTURA DE DADOS DO RSTUDIO.....	52

4.4.1	Listas	52
4.4.2	Vetor Atômico	53
4.4.3	Matriz	54
4.4.4	Data.frame	55
4.5	FUNÇÕES NO RSTUDIO.....	56
4.6	MEDIDAS ESTATÍSTICAS NO RSTUDIO.....	58
4.6.1	Média Aritmética.....	58
4.6.2	Mediana.....	58
4.6.3	Moda.....	59
4.6.4	Amplitude.....	60
4.6.5	Variância.....	61
4.6.6	Desvio padrão.....	61
5	PERCURSO METODOLÓGICO.....	63
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	63
5.2	CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	64
5.3	ETAPAS METODOLÓGICAS	64
5.4	ENGENHARIA DIDÁTICA	65
5.4.1	Análises preliminares.....	66
5.4.2	Descrição das variáveis para análise dos dados do questionário	67
5.4.3	Concepção e análise a priori	69
5.5	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	70
5.6	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	70
5.6.1	Experimentação	72
5.6.2	Análise a posteriori e validação	73
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	74
6.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PRÉ-TESTE	74
6.2	ANÁLISE DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	82
6.3	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ETAPAS DESENVOLVIDAS	96

6.3.1 Categoria 1 — Conhecimento prévio de programação.....	97
6.3.1.1 Conhecimento prévio da linguagem R.....	97
6.3.1.2 Conhecimento de outras linguagens de programação.....	98
6.3.2 Categoria 2 — Dificuldades encontradas.....	100
6.3.3 Categoria 3 — Percepções sobre o uso do software.....	103
6.3.3.1 Auxílio na aplicação de conceitos estatísticos.....	103
6.3.3.2 Vantagem e desvantagens do uso do software.....	105
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
REFERÊNCIAS.....	111
APÊNDICE 1	117
APÊNDICE 2.....	122
ANEXO 1.....	124

APRESENTAÇÃO

Durante a minha qualificação, os professores perguntaram: quem era Beatriz, e como eu havia chegado até aqui. Refleti muito sobre como poderia me apresentar – algo em que nunca fui muito boa – mas decidi tentar. Sou Beatriz Bezerra de Sousa, embora todos me chamem carinhosamente de “Bia” ou “Bea”. Nasci e vivi por 25 anos na comunidade de Peixinhos, em Olinda. Sou filha de Wilma Bezerra Chaves e Edson Cassimiro de Sousa, que sempre fizeram tudo o que podiam para que eu tivesse uma vida tranquila e de oportunidades.

Desde cedo, o esporte teve um papel central na minha vida. Fui atleta de vôlei durante muitos anos, e sempre gosto de destacar o impacto que isso teve na minha trajetória. Graças ao esporte, consegui estudar em escolas particulares de Pernambuco como bolsista integral durante todo o ensino fundamental II e ensino médio. Para além da vida acadêmica, ser atleta me ajudou a crescer como pessoa. Aprendi sobre responsabilidade, tomada de decisões e a lidar com vitórias e derrotas. O esporte me ensinou que nem sempre vamos ser vitoriosos, mas que o nosso esforço tem que ser independente do resultado final. Costumo dizer que o esporte salvou minha vida inúmeras vezes, e não sei quem eu seria ou onde estaria hoje sem ele.

No fim do Ensino Médio, não fazia ideia de qual curso escolher. Pensei em várias possibilidades: engenharia, pela afinidade com disciplinas de exatas; educação física, pela minha conexão com o esporte; ou jornalismo, por ser comunicativa e criativa. Porém, nada me chamava atenção de verdade. Decidi, então, fazer um ano de cursinho pré-vestibular enquanto trabalhava como jovem aprendiz. Foi nesse período que comecei a dar aulas particulares de física e matemática para complementar a renda, e me apaixonei pelo ensino. Resolvi fazer vestibular para o curso de Licenciatura em Matemática na Universidade de Pernambuco (UPE).

Durante a graduação, comecei a me inquietar com diversas questões relacionadas ao ensino da matemática. Sempre tive uma visão diferente da disciplina: enquanto muitos a consideram rígida e inflexível, eu a via como algo dinâmico e instigante. Acredito que muito disso deve-se aos professores que tive na educação básica, e essa visão começou a ganhar mais forma quando me tornei professora.

O ensino de Estatística, em especial, despertou ainda mais meus questionamentos. Percebia que os alunos reclamavam frequentemente do tempo gasto com cálculos, das etapas complexas e da falta de conexão com o cotidiano.

Muitas vezes, o ensino de Estatística nas escolas se resume ao cálculo das medidas de tendência central e dispersão, sem explorar aspectos conceituais ou práticos que poderiam torná-lo mais significativo.

Em meio a isso, ingressei no mestrado em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC) na Universidade Federal da Paraíba. Apesar de ter cursado apenas dois semestres, por conta da falta de bolsas e da distância entre estados, foi lá que tive meu primeiro contato com a linguagem de programação R. Essa experiência me fez pensar em como a programação poderia ser associada à educação, mesmo que o programa não fosse voltado para essa área.

Então, quando abriram as inscrições para o PPGEC, vi uma oportunidade de trabalhar com o que me inquietava: ensinar estatística de forma diferente, usando software para promover aulas mais dinâmicas e tirar o foco dos alunos do mero cálculo, incentivando uma compreensão mais ampla.

Foi assim que idealizei e escrevi este trabalho. Meu próximo objetivo é expandir a pesquisa, alcançando professores em exercício e contribuindo para o ensino da Estatística nas escolas. Tornar-me pesquisadora sempre foi um sonho de menina e, hoje, como mulher, escrevo esta dissertação com orgulho do caminho que percorri. Tenho a sensação de estar exatamente onde deveria estar.

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre o uso de tecnologias no processo de educação formal não é nova e nem simples, como apontado por Estevam e Kalinke (2013). Segundo Lévy (1993), ao longo da história da humanidade, o conhecimento tem passado por transformações decorrentes do surgimento de diferentes mídias, como a fala, a escrita e, agora, a informática. O surgimento dessa “Era Digital”¹ tornou as mudanças na prática pedagógica ainda mais emergentes, de modo que as Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação (TDICs) foram integradas ao processo educacional. De acordo com Almeida e Valente (2012), as TDICs referem-se a qualquer equipamento eletrônico que se conecte à internet ampliando as possibilidades de comunicabilidade de seus usuários. Elas são formadas a partir da convergência de várias tecnologias digitais como: vídeos, softwares, aplicativos, smartphones, imagens, console e jogos virtuais, unindo-se, portanto, para compor novas tecnologias. (Almeida e Valente, 2012).

Desde a crescente “Era Digital” as TDICs têm desempenhado um papel transformador na educação, proporcionando novas oportunidades de ensino, aprendizado e colaboração (Leite, 2018). Devido a isso, o ensino de conceitos relacionados à computação tem sido cada vez mais precoce nas escolas. O contato inicial com o computador a partir de trabalhos escolares, ou de vivências domiciliares, traz um contexto educacional que tende a desenvolver competências nos estudantes que vivenciam essa inclusão digital. Dessa forma, o que antes era visto apenas no ensino superior, hoje vem sendo introduzido a partir do ensino fundamental, pois percebe-se a necessidade de estimular os estudantes desde a educação básica.

Dentro desse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indica, dentro da área de Matemática e suas Tecnologias, algumas habilidades que estimulam o uso de TDICs desde o ensino fundamental, como destaca a competência 5: “utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.” (Brasil, 2018).

Assim, o ensino de computação nas escolas começa a ser construído a partir

¹Segundo Castells (2008) a era digital é um período histórico caracterizado pela emergência de uma nova forma de organização social e econômica que surge a partir do impacto das tecnologias da informação e comunicação (TICs), especialmente as digitais, na estrutura social, econômica e cultural.

da ideia de pensamento computacional (PC) no ensino fundamental. O Pensamento Computacional se refere à capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos (SBC, 2018). Assim, ao fazer a introdução do PC no ensino fundamental, os estudantes são, desde cedo, estimulados a pensar em algoritmos para responder problemas matemáticos.

Corroborando com a BNCC, nas diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), é possível encontrar uma proposta do ensino de computação desde os primeiros anos do ensino fundamental (em um nível adequado para cada ano escolar) com 3 eixos e 5 competências específicas para essa área, destacando, mais uma vez: a importância de estimular o pensamento computacional; conhecer dispositivos capazes de computar; compreender sobre proteção de dados na internet e mídias digitais; e compreender uma ou mais linguagens de programação, criando modelos computacionais para realizar simulações (SBC, 2018). Após as etapas vivenciadas sobre o pensamento computacional no ensino fundamental, há uma habilidade, para o ensino médio, dentro da BNCC que se refere a utilizar conceitos iniciais de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática (Brasil, 2018). Assim, de acordo com o currículo nacional, a construção do conhecimento relacionado à computação deve iniciar-se no ensino fundamental — a partir dos conceitos atrelados ao pensamento computacional — e concretizar -se no ensino médio com a resolução de problemas — que antes eram desenvolvidos com o uso de algoritmos matemáticos — e a partir da utilização de um software de programação.

Porém, apesar dos fatos acima comprovarem a relevância de estudos que relacionam computação e educação, um levantamento sobre as pesquisas publicadas entre os anos de 2015 e 2022 no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) mostrou que apesar do tema ser bastante abordado, a maioria dos estudos procura meios de desenvolver no estudante o pensamento computacional sem que seja necessário utilizar, de fato, uma linguagem de programação.

Dessa forma, buscando uma imersão diferente no âmbito computacional, esta pesquisa busca utilizar a linguagem de programação R, dentro do software RStudio — ferramenta computacional de uso livre e *offline*, ou seja, sem a necessidade de conexão com a internet —, como recurso digital para o auxílio da compreensão dos conteúdos da estatística descritiva, tais como: organização de dados; média

aritmética; desvio padrão.

No contexto educacional a estatística é uma área da Matemática que aborda conceitos, fatos e procedimentos presentes em muitas situações-problema da vida cotidiana, das Ciências, e da tecnologia (Brasil, 2018). Andrade e Régnier (2009) também destacam a importância da formação estatística na educação básica como relevante para o desenvolvimento do espírito científico e da formação cidadã, possibilitando uma reflexão sobre a natureza dos dados publicados em diversos meios de comunicação. No mundo do trabalho, a estatística possibilita o desenvolvimento do espírito crítico e da reflexão sobre a tomada de decisões a partir de dados que norteiam as escolhas dos riscos.

Apesar de ser um campo da Matemática presente no cotidiano dos estudantes, os desafios enfrentados na inserção dos conteúdos de estatística na educação básica ocorrem pois os professores abordam os conceitos sem observar seus aspectos didáticos — principalmente para apresentação a crianças e adolescentes —, além da pouca oferta de recursos didáticos e/ou computacionais (Cazorla, 2006). Por vezes, é utilizada como estratégia didática a utilização de conjuntos com poucos dados numéricos, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento dos cálculos que, mesmo assim, consomem muito tempo de aula, e reduz a possibilidade dos alunos perceberem o potencial das medidas estatísticas.

Associar o ensino de Estatística a um recurso tecnológico permite ao professor fazer a gestão das atividades de aprendizagem de forma que o cálculo das medidas não se torne o foco dessas atividades, mas sim a discussão conceitual sobre a distribuição de dados em jogo. Assim, utilizar um programa computacional torna possível analisar bases de dados reais e organizar os dados de forma mais dinâmica, além de facilitar o cálculo de medidas estatísticas e a elaboração de gráficos de forma mais precisa, permitindo, portanto, que o ensino da estatística não se limite à aplicação de fórmulas e cálculos que implicam na resolução de exercícios de forma mecânica.

Dessa forma, ao trazer o R, que é a linguagem de programação mais utilizada na Estatística, para o âmbito educacional, podemos conduzir o estudante para um contato inicial com a programação, oferecendo – lhe: a possibilidade de analisar e compreender a Estatística de outra forma; aumentando o conjunto de dados a ser analisado; utilizando exemplos reais; e reduzindo, portanto, o tempo gasto com cálculos extensos.

Dentro desse contexto, busca-se contribuir para o desenvolvimento de pesquisas no campo da educação, estabelecendo relações entre o ensino de Estatística e softwares de programação. Além disso, buscamos também tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo para os estudantes da educação básica. Esses pontos nos levam a seguinte questão de pesquisa: a utilização de uma linguagem de programação em R pode auxiliar na construção de conhecimentos estatísticos em uma turma do 3º ano do ensino médio?

Para responder a esse questionamento temos como objetivo geral analisar o uso da linguagem de programação R como recurso didático para desenvolver conhecimentos estatísticos no ensino médio.

A fim de atingir o objetivo geral proposto, definimos como objetivos específicos:

- Implementar uma sequência didática utilizando a linguagem de programação R na construção de conhecimentos de média aritmética e desvio padrão no ensino médio;
- Avaliar os efeitos de uma sequência didática para a construção de conhecimentos estatísticos no ensino médio;
- Avaliar o uso da linguagem de programação em R como ferramenta didática no ensino de estatística.

Em busca de atingir os objetivos destacados, utilizaremos alguns elementos da engenharia didática como metodologia de pesquisa. A engenharia didática é composta por quatro fases: análises preliminares; concepção e análise a priori; experimentação; análise a posteriori e validação. Acreditamos que a primeira fase da engenharia nos permite levantar tópicos importantes para construir a sequência de atividades (na fase 2) para que seja aplicada na fase 3.

Segundo Artigue (1996), a engenharia didática pode ser comparada ao trabalho de um engenheiro, que, ao realizar um projeto, baseia-se em conhecimentos científicos do seu campo e aceita ser submetido a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, é desafiado a lidar com objetos mais complexos do que os objetos depurados pela ciência. A partir dessa visão, surgiram dois pontos cruciais a serem analisados na didática da Matemática: as relações entre a investigação e o sistema de ensino; e o papel que ocupa as realizações didáticas na sala de aula.

Para alcançar os propósitos dessa pesquisa, o corpo textual do trabalho será

dividido em cinco capítulos. No capítulo um, apresentamos o contexto histórico do surgimento do campo Estatística, destacamos conceitos fundamentais e conceitos importantes da didática da Estatística e, por fim, abordamos o ensino de Estatística na educação básica com base nos documentos oficiais e a partir de alguns estudos sobre o ensino de conceitos estatísticos na educação básica — com ênfase na média e no desvio padrão que serão utilizados nessa pesquisa.

No capítulo dois, destacamos algumas discussões importantes sobre a diferença entre tecnologias e tecnologias digitais, trazendo também uma abordagem histórica — bem como o surgimento das TDICs na educação — e alguns aspectos referentes ao uso dessas tecnologias digitais no ensino de Matemática.

No capítulo três, apresentamos aspectos importantes sobre a linguagem de programação R. Inicialmente é feita uma breve introdução do surgimento do software e sua aplicação. Também realizamos uma revisão da literatura para destacar produções científicas envolvendo o uso do R na educação básica. Em seguida, determinamos as etapas para fazer o download do programa, ou a sua utilização via internet, e destacamos comandos importantes da estrutura de dados mais comuns, como: criar funções no R e realizar o cálculo de medidas estatísticas.

No capítulo quatro, apresentamos o método proposto por esta pesquisa, no qual foram definidos: a natureza; o tipo; o universo; os participantes da pesquisa; como foi realizada a coleta dos dados; e as etapas desenvolvidas, com a finalidade de alcançar os objetivos estabelecidos alinhados com a proposta da Engenharia Didática.

No quinto capítulo, trouxemos as análises e discussões dos resultados dessa pesquisa que se baseou em dois pontos: Análise descritiva e Análise Estatística Implicativa (ASI). Nesse tópico, procuramos compreender os comportamentos apresentados pelos estudantes, as respostas dadas durante as etapas desenvolvidas e suas impressões sobre as atividades. Por fim, no sexto capítulo, trouxemos as considerações finais e expressamos nossas conclusões sobre a análise dos resultados.

2. ESTATÍSTICA E SEU ENSINO

A Estatística faz parte da experiência humana desde tempos antigos, quando contagens, como o censo para a arrecadação de impostos e a preparação para conflitos armados, por exemplo, viabilizavam comparações entre diferentes Estados. A palavra "Estatística" deriva do latim "status", sendo traduzida como o "Estudo do Estado", o que reflete sua função primordial de reunir informações sobre a população e a economia (Bayer *et al.*, 2009).

No século XVII, na Alemanha, a Estatística foi reconhecida como disciplina acadêmica, inicialmente com caráter econômico e sociológico. Araújo (2017) destaca que, nesse período, a Estatística estava mais próxima da ciência política do que da matemática. Além disso, Santos (2015) afirma que era uma ciência política, pois fornecia dados sobre o Estado sem uma interface que favorecesse métodos numéricos. No século XIX, a disciplina foi incorporada em universidades europeias, com nomes como "Ciência Econômica e Estatística", no Reino Unido; "Estatística", na França; e "Aritmética Social", na Bélgica (Santos, 2015).

Atualmente, quando nos deparamos com a palavra "estatística" uma das primeiras associações feitas refere-se às pesquisas de opinião, às pesquisas eleitorais, ou aos relatórios de análises governamentais, de modo que tais produções são amplamente utilizadas pelos meios de comunicação para composição de noticiários. No entanto, seu impacto vai além, uma vez que a estatística também é fundamental em decisões empresariais e governamentais, incluindo a ciência de dados — processo de coletar, organizar, analisar e comunicar grandes volumes de dados para gerar valor e tomar decisões baseadas em evidências. Além disso, destaca-se sua utilização em estudos de diversas áreas, como, por exemplo, na saúde, na qual é nomeada de bioestatística.

Dentre as várias definições, Ignácio (2010, p.3-4), destaca a estatística como:

um conjunto de métodos e técnicas que envolvem todas as etapas de uma pesquisa, desde o planejamento, coordenação, levantamento de dados por meio de amostragem ou censo, aplicação de questionários, entrevistas e medições com a máxima quantidade de informação possível para um dado custo, a consistência, o processamento, a organização, a análise e interpretação dos dados para explicar fenômenos socioeconômicos, a inferência, o cálculo do nível de confiança e do erro existente na resposta para uma determinada variável e a disseminação das informações.

Esse conjunto de princípios estatísticos permeia todas as esferas e cenários, agindo como uma fonte de dados que, posteriormente, é compartilhada de forma abrangente.

Nesse sentido, a estatística está presente em todos os contextos e pode ser aplicada em situações diversas, buscando compreender as características específicas de uma situação, bem como da população e dos métodos de aplicação.

A estatística desempenha um papel crucial no processo de tomada de decisões, oferecendo uma base analítica na qual indivíduos, ou a sociedade, podem fundamentar suas escolhas diante de circunstâncias específicas. Um exemplo concreto dessa aplicação é evidenciado nos estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que busca analisar estatisticamente aspectos como faixa etária, sexo e preferências de consumo em determinada população. A disseminação dessas informações provenientes dos estudos permite uma compreensão mais profunda do público-alvo e dos objetivos delineados pelos dados coletados.

Assim, é através desse campo que adquirimos habilidades de reunir informações e estruturar dados por meio de tabelas e gráficos. Essas técnicas ampliam nossa compreensão sobre o padrão de um conjunto de dados, proporcionando a base necessária para extrair conclusões pertinentes acerca da variável estatística em estudo, a qual é expressa por esses dados (Magalhães e Lima, 2002).

Apesar do campo da Estatística, no contexto escolar, ser uma parte da Matemática, ela possui valores distintos dessa matéria, pois os fatores considerados determinísticos na Matemática não dão conta da aleatoriedade e das incertezas presentes do campo da Estatística. Essa observação conduz a uma percepção dos aspectos singulares da Estatística, que emerge como uma disciplina em constante evolução.

Portanto, é preciso entender o modo de pensar inerente à Estatística, abrangendo três conceitos fundamentais: o pensamento estatístico; o letramento estatístico; e o raciocínio estatístico.

2.1 PENSAMENTO ESTATÍSTICO

Ao longo da história da construção dos conhecimentos estatísticos, vários autores destacaram diferentes definições para o pensamento estatístico. Na introdução desse trabalho citamos a definição utilizada por Lopes (1998) e, validando essa ideia, Campos (2007, s.p.) afirma que o pensamento estatístico é “a capacidade

de relacionar dados quantitativos com situações concretas, admitindo a presença da variabilidade e da incerteza, explicitando o que os dados podem dizer sobre o problema em foco”. Assim, desenvolver o pensamento estatístico nos estudantes está diretamente ligado à compreensão dos dados quantitativos de maneira crítica para auxiliar na tomada de decisões cotidianas.

Corroborando com essas ideias, Goulart, Bianchini e Lima (2023) destacam que o pensamento estatístico está vinculado ao desenvolvimento dos indivíduos de forma a torná-los capazes, em sua atuação na sociedade, de analisar e reagir de modo crítico, ponderado e assertivo a situações do mundo que estão inseridos.

Além do pensamento estatístico, outros dois conceitos também precisam ser destacados quando se fala sobre a didática da Estatística: o letramento estatístico e o raciocínio estatístico.

2.2 LETRAMENTO ESTATÍSTICO

O termo letramento nos remete à habilidade de ler, compreender, interpretar, analisar e avaliar textos escritos. Da mesma forma que o pensamento estatístico, alguns autores trouxeram diferentes definições para o letramento estatístico. A princípio, para esta pesquisa, utilizaremos a definição de Gal (2002) que inter-relaciona 2 componentes:

a) a capacidade da pessoa para interpretar e avaliar criticamente informação estatística, os argumentos relacionados aos dados ou aos fenômenos estocásticos, que podem ser encontrados em diversos contextos e, quando relevante, b) capacidade da pessoa para discutir ou comunicar suas reações para essas informações estatísticas, como sua compreensão acerca do significado da informação, suas opiniões sobre as implicações desta informação ou suas considerações acerca da aceitação das conclusões dadas. (p. 2-3, tradução livre).

O autor ainda destaca que para ser letrado estatisticamente o indivíduo precisa compreender fenômenos e tendências de relevância social e pessoal como taxa de criminalidade, crescimento populacional, aproveitamento educacional etc. Ou seja, o letramento estatístico está ligado a capacidade do indivíduo de desenvolver habilidades para leitura, interpretação e análise de dados.

2.3 RACIOCÍNIO ESTATÍSTICO

Segundo Garfield (2002 apud Campos, 2007, p. 56) o raciocínio estatístico é “a maneira com a qual uma pessoa raciocina com ideias estatísticas e faz sentido com

as informações estatísticas”, isto é, fazer interpretações sobre dados, representações gráficas, construção de tabelas etc. Em muitos casos, o raciocínio estatístico envolve ideias de variabilidade, distribuição, chance, incerteza, aleatoriedade, probabilidade, amostragem, testes de hipóteses, o que leva a interpretações e inferências acerca dos resultados (Campos, 2007).

Segundo Silva (2007) para o indivíduo desenvolver um raciocínio estatístico mais avançado o ensino precisa proporcionar condições para que o estudante possa desenvolver determinadas funções, como: comparar conceitos; avaliar a maneira mais adequada de analisar uma variável — ou um conjunto de variáveis —; mudar de representação; entender os contraexemplos etc. Normalmente, os professores ensinam os conceitos, procedimentos e os algoritmos e esperam que o raciocínio se desenvolva como uma consequência imediata.

A relação entre os três conceitos descritos acima também diverge entre os pesquisadores da educação estatística. Para delMas (2002 apud Goulart, Bianchini e Lima, 2023) o letramento estatístico é concebido como um domínio mais abrangente no qual o raciocínio e o pensamento estatístico estão inseridos. Já para Lopes e Fernandes (2014) o letramento, o pensamento e o raciocínio estão inter-relacionados. O nível de letramento estatístico de um indivíduo depende do seu raciocínio estatístico, bem como do seu domínio a esse modo de pensar. Assim, segundo eles, à medida que o nível de letramento estatístico aumenta, o raciocínio e o pensamento estatístico tornam-se mais apurados.

Para aprofundar a compreensão dos métodos estatísticos, é essencial entender, além desses conceitos fundamentais da didática da Estatística, outros conceitos relacionados às medidas estatísticas e o algoritmo para a realização dos seus cálculos. A seguir, apresentaremos alguns desses conceitos.

2.4 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA ESTATÍSTICA

Os conceitos definidos nesse tópico se baseiam nas definições de Magalhães e Lima (2002), Moreira e Rosa (2007) e Downing e Clark (2002).

2.4.1 População e Amostra

A população é o conjunto de indivíduos (ou objetos) que nos interessa estudar e que tem em comum uma característica — a qual pode ser observada. A amostra é um subconjunto da população.

2.4.2 Variáveis

As variáveis podem ser interpretadas como um conjunto de resultados possíveis observados de um fenômeno aleatório e são classificadas em qualitativas ou quantitativas, de acordo com a sua natureza. Variáveis qualitativas, geralmente, são expressas na forma de atributos ou classe, enquanto as variáveis quantitativas indicam quantidades. Além disso, cada uma dessas variáveis ainda podem ser subdivididas em mais dois grupos:

- Variável qualitativa ordinal: quando os atributos da variável qualitativa podem ser expressos em uma ordem natural;
- Variável qualitativa nominal: quando os atributos da variável qualitativa não possuem uma ordem natural, como: sexo (masculino e feminino), cor dos olhos (castanho, verde, azul) etc.;
- Variável quantitativa discreta: quando assume apenas valores em um conjunto enumerável como: idade em anos completos (1, 2, 3 anos...), número de filhos etc.;
- Variável quantitativa contínua: quando assume qualquer valor em um intervalo da reta real, como: altura, peso, temperatura.

2.4.3 Medidas de tendência central

Consiste em um número em torno do qual os valores da distribuição de frequências se distribuem. Em Estatística, as medidas de tendência central mais usadas são: a média (simples ou ponderada), a moda e a mediana. A seguir elaboramos uma breve explicação sobre cada uma dessas medidas.

2.4.3.1 Média Aritmética Simples

É definida como o número obtido a partir da divisão da soma total de todos os escores obtidos pelo número elementos na distribuição de frequência. Portanto, seja uma variável aleatória quantitativa denotada por X , em que $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, usualmente representado por \bar{x} , a média aritmética é definida por:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2.4.3.2 Média aritmética ponderada

Esse tipo de média leva em consideração a importância (ou peso) de cada valor no conjunto de dados. É definida como o quociente entre a soma dos produtos de cada valor pelo seu peso e a soma dos pesos. Matematicamente falando, se X for uma variável aleatória quantitativa em que $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, e $P = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)$ for o conjunto de pesos associados a cada valor de X , então a média aritmética ponderada de X com relação aos pesos P é definida como:

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

2.4.3.3 Moda

É definida como o valor que tem a mais alta frequência. Diferentemente da média, em alguns casos — principalmente para variáveis quantitativas contínuas —, a moda pode não existir. Em outros casos, pode haver mais de uma moda, ou seja, quando existem mais de uma classe, ou valores com a mesma frequência, sendo, portanto, esta a máxima.

2.4.3.4 Mediana

É o valor que demarca o ponto central de um conjunto de dados, representando o ponto em que 50% dos valores são superiores e 50% são inferiores. Em outras palavras, é o ponto médio que separa igualmente metade dos números com valores superiores e metade dos números com valores inferiores. Matematicamente falando, seja X uma variável aleatória quantitativa, em que $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ para n observações ordenadas de forma crescente, de modo que x_1 é o valor mínimo observado e x_n o valor máximo observado. A mediana da variável X , geralmente denotada por \tilde{x} , é dada por:

$$\tilde{x} = \begin{cases} \left(\frac{n+1}{2} \right), & \text{se } n \text{ for ímpar} \\ \frac{\left(\frac{n}{2} \right) + \left(\frac{n}{2} + 1 \right)}{2}, & \text{se } n \text{ for par} \end{cases}$$

2.4.4 Medidas de dispersão

Revelam a extensão da dispersão dos valores na distribuição. Em outras palavras, oferece uma perspectiva sobre o quão distantes os valores se encontram

em relação à medida de tendência central que está sendo empregada. Essa métrica proporciona insights valiosos sobre a amplitude da distribuição dos dados em torno do ponto central escolhido. As medidas de variabilidade mais utilizadas são a amplitude, variância e o desvio padrão.

A amplitude demonstra uma ideia básica sobre a extensão dos dados. É calculada pela diferença entre o maior e o menor valor do conjunto. A variância é encontrada através da média dos quadrados das diferenças entre os valores e a média do conjunto. O desvio padrão é a raiz quadrada da variância, permitindo que a dispersão seja expressa na mesma unidade dos dados originais. De modo geral, as medidas de dispersão desempenham um papel importante na análise de dados, pois fornecem uma visão mais ampla sobre a distribuição dos valores e pode ser um complemento das medidas de tendência central. A seguir, definiremos matematicamente cada uma dessas medidas.

2.4.4.1 Amplitude

Considerando uma variável aleatória quantitativa X , tal que $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, a amplitude, normalmente representada por Δ , é a diferença entre o valor máximo e mínimo da variável aleatória e, embora seja uma medida fácil de ser calculada, tem o inconveniente de só considerar os valores extremos. Geralmente é denotada por:

$$\Delta = (X_{max} - X_{min})$$

2.4.4.2 Variância

Tem como objetivo quantificar em um único valor o quão os valores estão afastados da média. Podemos defini-la de duas formas: populacional ou amostral. A primeira é usada quando todos os elementos da população estão disponíveis; enquanto a amostral é usada para estimar a variância da população com base em uma parte dessa população. Assim, considerando uma v.a quantitativa X , tal que $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, podemos encontrar a variância populacional utilizando a fórmula a seguir:

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

Já a variância amostral pode ser definida como:

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

2.4.4.3 Desvio Padrão

Para reintegrar os resultados à escala original e obter uma visão mais compreensível da dispersão, é essencial extrair a raiz quadrada da variância, dando origem ao desvio-padrão. O desvio padrão, normalmente representado por δ , nos indica o quão espalhada é uma distribuição e é definido como:

$$\delta = \sqrt{S^2}$$

Como o foco do nosso trabalho é o ensino de média aritmética e desvio padrão, a seguir apresentaremos pesquisas que abordam o ensino desses conceitos na educação básica.

2.5 ALGUNS ESTUDOS SOBRE O ENSINO DE MÉDIA ARITMÉTICA E DESVIO PADRÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Alguns estudos sugerem que a forma como a Estatística é ensinada atualmente não é suficiente para promover um alto nível de criticidade na sociedade. Pesquisadores na área atribuem essa insatisfação à falta de preparo e falta de conhecimento dos professores que ensinam esses conteúdos (Lopes, 2008).

Schreiber *et al* (2019) investigaram o entendimento do conceito de média aritmética de doze jovens entre 15 e 17 anos, utilizando entrevistas semiestruturadas e atividades experimentais. Os resultados identificaram três níveis de compreensão: dificuldade na leitura de dados e indicação do valor da média como absoluto; noções iniciais de média aritmética baseadas em pensamento concreto; e média aritmética como medida representativa de um conjunto de dados. A pesquisa destacou a importância do letramento estatístico para a compreensão da média aritmética.

Luna e Carvalho (2019) analisaram o desempenho de estudantes do Ensino Fundamental – Ensino Médio em uma escola privada na Região Metropolitana de Recife — PE, utilizando um teste diagnóstico com cinco questões. Os resultados mostraram que os estudantes apresentaram dificuldades na compreensão dos diferentes significados de média aritmética e também na representação gráfica. Além

disso, os estudantes apresentaram estratégias de resolução equivocadas, como por exemplo, considerar a média aritmética como a soma dos valores ou um número dividido por dois. Além disso, em alguns casos, o algoritmo é frequentemente aplicado de maneira automática, sem que os estudantes compreendam seu real significado. Cai (1995) destacou em sua pesquisa que, embora a maioria dos estudantes consiga usar o algoritmo corretamente para calcular a média, apenas alguns conseguem encontrar um valor desconhecido em um conjunto pequeno de dados para atingir uma média específica.

O estudo de Rio (2017), intitulado *Compreendendo o conceito de meios aritméticos em alunos de ensino secundário obrigatório*, realizado na Universidade de Granada, na Espanha, aborda as dificuldades relacionadas à avaliação da compreensão da média aritmética pelos estudantes do primeiro ano da educação secundária obrigatória. A pesquisa analisou 84 respostas de alunos a um questionário composto por sete itens abertos, previamente adaptado para outras investigações. Os resultados indicaram que a inversão do algoritmo utilizado para o cálculo da média é uma tarefa frequentemente desafiadora para os estudantes. Essa dificuldade pode estar associada ao foco excessivo em cálculos mecânicos, os quais são realizados sem a devida interpretação e análise dos resultados.

As pesquisas realizadas por Cazorla e Santana (2006) enfatizam que alguns estudantes têm domínio do algoritmo da média, mas apresentam dificuldades de compreensão acerca dos diversos aspectos conceituais da média aritmética. Além disso, Huillca e Cruz (2020) ressaltam também que as diversas formas de apresentação dos dados podem influenciar a compreensão dos alunos sobre a média. Além disso, eles analisam como os estudantes lidam com dados agrupados em intervalos de classe.

Por fim, ao abordar os tipos de raciocínio estatístico corretos e incorretos, destacamos o trabalho de Garfield (2002), no qual discute-se os erros de compreensão da média. Assim, entre os erros, ele destaca que a média é vista “como o número mais comum (o que ocorre com mais frequência do que outros)” (Garfield, 2002, s/n, tradução nossa). Porém, isso é um equívoco, visto que podemos ter o valor da média como um valor que não faz parte do conjunto de dados, por exemplo, a média de 8, 7, 7 e 2 é 6. O número 6 não faz parte do conjunto dos dados. Nesse caso, temos como número mais comum a moda. Além disso, também destacamos outros erros apontados por Garfield (2002), como: considerar a média como a mesma

coisa que a mediana; comparar grupos e considerar, exclusivamente, a diferença entre as suas médias; achar a média a partir, obrigatoriamente, da soma de todos os valores e dividi-los pelo número total de valores independente dos valores discrepantes.

Com relação ao desvio padrão, o número de trabalhos relacionados a esse conceito é consideravelmente menor quando comparado à média aritmética. Ben-Zvi e Garfield (2004) enfatizam a importância dos alunos entenderem profundamente o conceito de desvio padrão, e não apenas saberem calcular, sugerindo que a compreensão conceitual deve preceder às habilidades procedurais. Devido à complexidade do conceito, muitos alunos têm dificuldade em entender o desvio padrão como uma medida de dispersão e em associá-lo à variabilidade dos dados.

Porém, além da importância de compreender seus aspectos conceituais, Paes (2008) destaca que alguns estudantes também possuem dificuldade de realizar o cálculo relacionado a essa medida, visto que é uma sequência de operações que possuem certo nível de complexidade.

Abordamos neste tópico algumas pesquisas de diferentes contextos e pudemos observar que a compreensão estatística dos estudantes de diversos níveis de escolarização está aquém do que se é desejado. Constatamos, também, que os resultados das pesquisas apontam que os alunos sentem dificuldades para compreenderem os conceitos relacionados à média aritmética e ao desvio padrão, bem como a construção do algoritmo para realizar os cálculos associados a essas medidas. Para finalizar o capítulo, no tópico seguinte, abordaremos como é estruturado o ensino de Estatística na educação básica a partir do currículo nacional.

2.6 ENSINO DE ESTATÍSTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A reflexão acerca da importância da Estatística na Educação Básica teve início em 1975, mas a inclusão efetiva dessa disciplina nos currículos escolares dos países ocorreu a partir de 1990. Até aquele momento, o único componente estatístico abordado nas escolas era o cálculo da média aritmética, integrado à parte de álgebra. No Brasil, a incorporação da Estatística foi formalizada com a divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCNEM) em 1998 e 2000 (Dias, 2021).

Considerada uma parte essencial da Matemática para a formação cidadã, a Estatística desperta nas mentes estudantis habilidades cruciais, como a interpretação de tabelas e gráficos, a capacidade de estimar e formular inferências lógicas, bem

como a análise e interpretação de dados e informações. Conforme destacado por Lopes (2008), é preciso adotar uma abordagem crítica: ao analisar e relacionar os dados apresentados, questionar sua veracidade e ponderar sobre eles e, por fim, interpretar e comparar essas informações para derivar conclusões significativas. Essa necessidade torna-se mais evidente em uma era em que questões sociais e econômicas são debatidas e expostas independentemente da idade.

Assim sendo, os conceitos intrínsecos à Estatística adquirem verdadeiro significado somente quando os estudantes compreendem a essência dos números, dos gráficos e das tabelas. Segundo Gal (2002) esse processo de compreensão de dados, leitura de gráficos e tabelas e interpretação de informações é o que chamamos de letramento estatístico e é fundamental para que as pessoas, ao encontrarem informações estatísticas em anúncios, revistas, livros, mídias, possam entender como os conceitos estatísticos estão sendo abordados. Isso se deve ao fato de que a leitura crítica dessas informações pode levar a tomadas de decisão e à revelação de notícias falsas.

Embora a Estatística seja reconhecida como uma disciplina de grande importância, é notável que muitos estudantes enfrentam dificuldades ao tentar compreender os conceitos fundamentais associados a ela. Diversos fatores contribuem para essa situação, resultando na incapacidade de aplicar os princípios estatísticos no dia a dia. Segundo Lutz (2012), a Matemática, incluindo a Estatística, torna-se um desafio de aprendizagem para muitos alunos, levando a um desinteresse evidente. Destaca-se, portanto, a necessidade de dissipar a visão negativa que os estudantes possuem em relação a essas disciplinas.

Nesse contexto, a abordagem pedagógica da Estatística deve concentrar-se em uma formação que aprimore a capacidade de discernir diante das diversas informações disponíveis, e que não foque apenas nos cálculos das medidas. Vale ressaltar também que a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino estatístico, por meio de aplicativos em dispositivos móveis, softwares ou jogos, pode tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo. Scheid e Reis (2016) enfatizam que as TDICs têm o potencial de contribuir significativamente para a aprendizagem. Nesse sentido, cabe ao professor explorar e avaliar o potencial das diferentes mídias disponíveis, proporcionando o uso consciente por parte dos alunos, com o objetivo de envolvê-los e apoiá-los na construção de conhecimentos científicos.

Nesse cenário, uma alternativa para aprimorar o ensino da Estatística, considerando a familiaridade dos adolescentes e jovens com o uso de tecnologias — seja por meio de computadores ou smartphones —, é a utilização adequada desses dispositivos em sala de aula ou laboratório de informática. Essa abordagem visa estimular o interesse dos estudantes no aprendizado — especialmente nas disciplinas de Matemática e Estatística —, por meio de atividades dinâmicas. Para alcançar esse objetivo, é fundamental propor novas abordagens pedagógicas a fim de atingir a atenção dos alunos e acompanhar as mudanças e avanços tecnológicos e sociais.

Em sintonia com a crescente integração das TDICs na educação, a BNCC, em 2017, já incorporou, como uma das competências gerais da educação, a habilidade de compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de maneira crítica, significativa, reflexiva e ética. Essas competências são aplicáveis em diversas práticas sociais — incluindo as escolares — e visam aprimorar a capacidade dos alunos de se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas — além de exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2017).

Segundo o Ministério da Educação (MEC), a BNCC é — além de um documento que se refere a toda educação básica — um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a ter assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2017).

Assim, no Ensino Médio, última etapa da educação básica, a BNCC destaca o foco na formação de jovens críticos e autônomos, entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis (Brasil 2017).

Além disso, o documento também evidencia que no desenvolvimento de habilidades relativas à Estatística, os estudantes têm oportunidades não apenas de interpretar estatísticas divulgadas pela mídia, mas, sobretudo, de planejar e executar pesquisa amostral, interpretando as medidas de tendência central e comunicar os resultados obtidos por meio de relatórios — os quais incluem representações gráficas adequadas. Dessa forma, a BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias, como calculadoras e planilhas eletrônicas, desde os anos iniciais do Ensino

Fundamental, pois tal valorização possibilita que, ao chegarem aos anos finais, eles possam ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional por meio da interpretação e da elaboração de fluxogramas e algoritmos (Brasil, 2017). Desse modo, acredita-se que os estudantes tenham a capacidades de identificar oportunidades e resolver problemas de Matemática utilizando definições, procedimentos, soluções e interpretá-los segundo os cenários da atualidade.

Diferente do que acontece no Ensino Fundamental, em que a BNCC se divide por unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades, para o Ensino Médio são definidas apenas as competências para a área da Matemática e suas respectivas habilidades. No Quadro 1 vemos como é realizada essa divisão em relação as habilidades específicas para Estatística.

Quadro 1 — Habilidades relacionadas a Estatística para o Ensino Médio de acordo com a BNCC.

Competências	Habilidades
Competência 1 — Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.	(EM13MAT102) — Analisar gráficos e métodos de amostragem de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.
Competência 2 — Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.	(EM13MAT202) — Planejar e executar pesquisa amostral usando dados coletados ou de diferentes fontes sobre questões relevantes atuais, incluindo ou não, apoio de recursos tecnológicos, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das de dispersão.
Competência 3 — Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.	(EM13MAT316) — Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão).
Competência 4 — Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.	(EM13MAT408) — Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências, com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra.

Fonte: Elaborada pela autora a partir do documento da BNCC (2017).

Com base na BNCC e com a colaboração de professores do estado, o currículo de Pernambuco organiza as competências e habilidades atreladas ao objeto do conhecimento e de acordo com o ano escolar. Há uma análise das habilidades da BNCC validando-as ou realizando algumas alterações, bem como o acréscimo de outras habilidades consideradas necessárias para o desenvolvimento das competências matemáticas apresentadas.

É possível perceber, portanto, que tanto a BNCC quanto o currículo de Pernambuco sugerem, para o ensino de estatística, a utilização de tecnologias digitais para a melhor compreensão e visualização de dados, bem como, no cálculo de medidas estatísticas. O currículo de Pernambuco ainda destaca que:

a simples utilização de alternativas metodológicas no ensino de Matemática que envolvem, por exemplo, o uso de calculadoras, softwares como GeoGebra e Cabri-Géomètre, entre outros, em sala de aula, bem como a abordagem das diferentes tendências apresentadas, não esgota todas as possibilidades de abordagem para o complexo processo de ensinar e aprender matemática. Por isso, o ideal é promover, sempre que possível, uma criativa articulação entre elas. (Pernambuco, 2020).

Assim, no capítulo seguinte, destacamos em que contexto surgem as tecnologias na educação e, especificamente, na Matemática.

3 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

O cenário histórico das Tecnologias na Educação refere-se aos primórdios da escrita e da disseminação de informações, sendo assim marcos que abriram caminho para a difusão do conhecimento de maneira notável (Kenski, 2013). Esses avanços, embora revolucionários em sua época, representaram apenas o início de uma trajetória que seria intensificada com a chegada da computação e da internet na Educação contemporânea. A perspectiva de uma revolução se delineia quando a digitalização de informações e a globalização convergem para a incorporação de dispositivos eletrônicos nas práticas educacionais (Moran, 2013).

Segundo a visão de Castells (2008), a presença e a influência da Tecnologia na sociedade contemporânea são tão profundas que ele descreve esse período como um "modo informacional de desenvolvimento". Então, ele delimita esse período a partir da evolução da sociedade tecnológica, na qual a informação, o conhecimento e a tecnologia desempenham papéis fundamentais e integrados no processo de desenvolvimento econômico, social e cultural. Nesse cenário, destaca-se a importância central da geração, processamento e comunicação de informações como elementos essenciais para impulsionar o progresso em diversas áreas (Castells, 2008).

Além disso, cabe destacar, conforme enfatizado por Castells (2008), a grande relevância atribuída ao conhecimento e à informação no contexto de todos os processos de desenvolvimento. Para ele, independentemente do contexto, o processo produtivo não apenas se beneficia, mas, de fato, é intrinsecamente dependente de um nível substancial de conhecimento e da habilidade que seja eficiente no processamento de informações.

Em uma perspectiva mais aprofundada, Castells (2008) sugere que a informação, mediada pelas Tecnologias, não apenas tem a capacidade de gerar, utilizar e disseminar conhecimento, mas se tornou um fator determinante para o desenvolvimento em diversas esferas da sociedade contemporânea. Essa abordagem não se limita a reconhecer de maneira passiva a importância desses elementos. Pelo contrário, ela exige uma compreensão ativa de como esses elementos se tornaram peças essenciais na engrenagem do progresso econômico, social e tecnológico. (Castells, 2008).

Conforme delineado por Lévy (1999), as Tecnologias da Informação e

Comunicação (TIC) possuem a capacidade não apenas de instigar alterações nas práticas educacionais, mas, de maneira mais abrangente, de reconfigurar a própria essência do processo de aprendizagem. Desse modo, as TIC não se limitam a meras ferramentas instrumentais; ao contrário, elas se apresentam como agentes transformativos dotados do potencial intrínseco de remodelar os paradigmas educacionais vigentes (Lévy, 1999). Tal perspectiva conceitual destaca a magnitude das implicações que as TIC exercem sobre os fundamentos da aprendizagem (Leão, 2011; Leite, 2015), consolidando, assim, uma perspectiva teórica que reconhece a profundidade e a amplitude de sua influência nas dinâmicas educativas (Neves, 2015).

O conceito TIC abrange a convergência entre a informática e as telecomunicações, englobando ferramentas como televisão, vídeo, rádio e internet, que compartilham a característica de utilizar meios telecomunicativos para a disseminação da informação (Belloni, 2005). Contudo, a reflexão crítica discutida por Leite (2019), adverte contra uma apreciação ingênua da tecnologia, ressaltando que, embora ela possua um potencial considerável para estimular a curiosidade de crianças e adolescentes, é imprescindível transformá-la em uma ferramenta de inclusão social e desenvolvimento da cidadania, integrando-a a um projeto político-pedagógico bem definido.

Entende-se, nessa perspectiva, que a interação entre Educação e as TIC é um caminho que impulsiona o progresso humano, moldando a forma como aprendemos e influenciando a sociedade em sua totalidade (Belloni, 2005). Essa relação intrínseca entre Educação e TIC se destaca como um catalisador essencial para enfrentar os desafios e oportunidades do século XXI.

Nesse contexto, a incorporação de TIC na Educação não se restringe à introdução de dispositivos eletrônicos ou plataformas digitais, mas ela implica, também, em uma reconfiguração paradigmática nas práticas educacionais, provocando uma transição de um modelo unidirecional — centrado no professor — para abordagens mais interativas e colaborativas (Leite, 2015, 2018). É possível inferir que a Tecnologia assume, nesse contexto, o papel não apenas de um simples veículo para a transmissão de conteúdo, mas se configura como um mediador que transcende essa função básica. Ela proporciona o acesso ao conhecimento e inaugura uma era de aprendizagem mais personalizada e adaptativa (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015). No entanto, em uma perspectiva mais crítica e filosófica da Educação, instigamos a questionar como as TIC facilitam a entrega de informações e como estas

influenciam a essência dos processos de ensino e aprendizagem educacional e a própria construção do conhecimento (Leão, 2011).

Paralelamente, é imprescindível reconhecer que o advento tecnológico na Educação, embora proporcione avanços significativos, não está isento de desafios e complexidades (Xavier; Teixeira; Silva, 2010). A disparidade de acesso a recursos tecnológicos, a necessidade de capacitação docente contínua e a imperativa consideração de questões éticas, como a privacidade dos dados, emergem como temas cruciais. Além disso, o uso de TIC na Educação demanda uma abordagem crítica e reflexiva, a fim de aliviar possíveis efeitos negativos e assegurar que sua implementação seja guiada por princípios pedagógicos sólidos, os quais devem ser coadunados com os objetivos formativos da Educação demanda no século XXI (Belloni, 2005).

A rápida evolução tecnológica levanta questões sobre a preparação dos professores. Observa-se que muitos professores confrontam desafios ao tentar adaptar e integrar efetivamente tecnologias em suas práticas pedagógicas. Nesse sentido, é possível inferir que programas de desenvolvimento profissional (formação iniciada e continuada) e suporte contínuo são cruciais para capacitar os professores a fim de que tirem o máximo proveito das ferramentas tecnológicas disponíveis (Leite, 2015).

De acordo com Meirinhos (2015), as TIC, ao fomentar os processos de ensino e aprendizagem em uma perspectiva mais “digital”, possibilitam uma expansão considerável da aprendizagem escolar para além dos limites físicos da instituição. A interação e colaboração a distância emergem como uma realidade palpável, demandando, assim, novas abordagens pedagógicas que aproveitem plenamente os benefícios educativos da comunicação e do acesso à informação virtualizada (Meirinhos, 2015).

A discussão sobre os impactos das TIC e das TDIC na Educação deve incluir uma reflexão sobre as habilidades necessárias para os estudantes no século XXI. A capacidade de navegar criticamente no vasto oceano de informações online, bem como desenvolver habilidades de pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas, se tornou crucial (Bacich; Tanzi Neto, Trevisani, 2015). Os professores desempenham um papel fundamental na preparação dos estudantes para esse cenário em constante evolução, incentivando a adaptação e fornecendo ferramentas que transcendem a mera absorção de conhecimento (Leite, 2022).

As TIC englobam um espectro amplo de tecnologias relacionadas à manipulação e comunicação de informações. Esse termo abrange desde dispositivos analógicos, como telefones fixos, até tecnologias digitais mais recentes, como computadores e telefones celulares (Neves, 2009). As TIC têm um escopo mais abrangente, incorporando tanto tecnologias digitais quanto analógicas que lidam com a criação, armazenamento, processamento e transmissão de informações (Colla, 2023).

Por outro lado, as TDICs também focalizam, especificamente, as tecnologias digitais, destacando a importância dos dispositivos e sistemas que operam no ambiente digital, ou seja, conectados à internet. Isso inclui computadores, smartphones, tablets, redes digitais e demais inovações que utilizam dados na forma binária. As TDIC, assim, representam uma subcategoria mais específica dentro do amplo campo das TIC (Leite, 2022).

Dentro da perspectiva específica da Matemática, o uso de tecnologias representa uma revolução educacional, redefinindo a forma como os conceitos matemáticos são explorados, compreendidos e aplicados. Historicamente a matemática é vista como uma disciplina engessada e de muito temor entre os alunos devido à sua natureza abstrata. Uma possível explicação para essa realidade pode residir na abordagem tradicionalmente utilizada no ensino da Matemática, que frequentemente enfatiza a memorização, a aplicação de fórmulas e a precisão nos cálculos como principais requisitos para aprendizado. Pais (2019) destaca a importância de priorizar o desenvolvimento do raciocínio lógico e argumentativo, bem como a criatividade, considerando estas atividades, portanto, como impulsionadoras da formulação de estratégias de resolução pessoal em pesquisas, as quais merecem reconhecimento e valorização.

Dessa forma, a incorporação de TDICs no ensino de matemática pode auxiliar no processo de compreensão dos conhecimentos da disciplina visto que a aprendizagem é um processo dinâmico, intimamente ligado às mudanças sociais e tecnológicas. De acordo com Nardi (2009), a tecnologia não é simplesmente uma ferramenta, mas uma extensão do pensamento humano, com o poder de expandir as capacidades de compreensão e expressão no campo da matemática.

Dentro desse contexto, as TDICs — se não forem colocadas como uma mera ferramenta — podem ser aliadas na jornada do aprendizado. Ao incorporar ambientes virtuais e recursos digitais, é possível enxergar a possibilidade de estimular a

curiosidade, proporcionando aos alunos desafios mais dinâmicos e interativos.

Em contraponto, Machado (2004) examina cautelosamente o impacto da tecnologia na formação matemática. Para ele, o desafio reside na integração cuidadosa, evitando que a tecnologia obscureça a essência do raciocínio matemático, destacando, portanto, a importância de questionar como as ferramentas digitais podem potencializar o entendimento conceitual, ao invés de substituí-lo.

Dessa forma, é importante destacar que a implementação das tecnologias digitais nas aulas de matemática se torna um desafio que se estende além da simples integração de dispositivos digitais e representa uma reflexão sobre a natureza do conhecimento matemático, o papel do educador e a relação intrínseca entre o humano e o digital. Com o quadro tecnológico em constante evolução, os educadores se veem diante de um cenário abarrotado de informações e recursos tecnológicos, o que se torna um desafio na tarefa de filtrar quais ferramentas adotar e como abordar o conteúdo matemático específico para facilitar a compreensão de seus alunos.

Diversas opções de softwares, tanto pagos quanto gratuitos, estão disponíveis para o ensino da Matemática. Tomamos como exemplo dois aplicativos: o Geogebra e o Frações Matemáticas Pro. O primeiro é uma ferramenta gratuita inicialmente desenvolvida para computadores e posteriormente adaptada para dispositivos móveis. Este software possibilita a combinação de conceitos de geometria e álgebra, sendo frequentemente utilizado por alunos do ensino fundamental — anos finais. Já o segundo, um aplicativo pago projetado exclusivamente para smartphones, oferece a capacidade de explorar uma variedade de frações matemáticas, valores decimais, máximo divisor comum, além de outras funcionalidades. Essas opções representam apenas uma pequena amostra do vasto leque de recursos disponíveis para aprimorar o ensino e aprendizado da Matemática com o suporte da tecnologia.

Dentro desse contexto, é possível dizer que, atualmente, além dos próprios aplicativos, observa-se também um aumento no emprego de softwares de programação no contexto do ensino de disciplinas escolares. Seguindo a perspectiva de Papert (1990), a prática de programação de computadores emerge como uma ferramenta valiosa no auxílio ao desenvolvimento de um pensamento reflexivo e crítico nas crianças pois, à medida que as envolve no processo de "ensinar", o computador é o responsável por executar tarefas específicas.

Na história da integração da programação na educação, destaca-se a linguagem LOGO, introduzida por Seymour Papert em 1985. Sua abordagem era

fundamentada no construcionismo, uma filosofia educacional que enfatiza a aprendizagem ativa, em que a criança adquire conhecimento por meio de experiências práticas, explorando conceitos específicos conforme suas necessidades. Papert defendia a ideia de disponibilizar ferramentas e ambientes que permitissem aos alunos atingir seus objetivos de aprendizagem de maneira autônoma. Nesse contexto, os computadores e os micromundos desempenham um papel fundamental como recursos facilitadores desse processo educacional (Papert, 2008).

Para além da linguagem LOGO, outra ferramenta amplamente utilizada no contexto educacional é o Scratch. Desenvolvida por Mitchel Resnick para crianças a partir de oito anos, a plataforma foi concebida em 2007 pelo Lifelong Group no Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab, onde continua a ser aprimorada e supervisionada.

Tanto LOGO quanto Scratch são linguagens baseadas em blocos lógicos, proporcionando a integração de sons e imagens na criação intuitiva de histórias interativas, jogos, animações e outros programas interativos pelos usuários, e isso as difere das linguagens tradicionais, como Python e R, que operam por meio de códigos lógicos e comandos mais complexos. O enfoque intuitivo das linguagens baseadas em blocos facilita a introdução de conceitos de programação de forma acessível e envolvente, especialmente para os aprendizes mais jovens; já as linguagens com código corrente estimulam a criação de algoritmos e sequências de comandos.

Dessa forma, a LOGO e a Scratch são linguagens utilizadas para desenvolver o pensamento computacional em estudantes, enquanto que, linguagens como Python e R são utilizadas para aprimorar a escrita de códigos de programação. A partir desta breve revisão, observamos o interesse de alguns pesquisadores no uso de tecnologias no ensino da Matemática e, principalmente, o uso da programação, que embora recente, vem ganhando bastante espaço.

4 A LINGUAGEM R

A linguagem R foi desenvolvida por dois professores da universidade de Auckland na Zona Zelândia, Ross Ihaka e Robert Gentleman, na década de 1990, com a intenção de ter um software para a estatística que não fosse pago como o SAS e o SPSS — que eram amplamente utilizados na época, mas restritos a licenças proprietárias. A linguagem R foi derivada da linguagem S, já existente no mercado da estatística e criada por John Chambers e equipe (Vance, 2009).

Após a sua criação, passou a ser amplamente utilizado na Estatística e Ciências de Dados, pois permite uma melhor visualização de informações razoavelmente extensas, facilitando assim na construção de gráficos e de análises estatísticas ricas, uma vez que inclui um número de programas, em *packages*, que se aplicam tanto a objetos de diferentes classes quanto a dados em diversos formatos e tipos. Porém, é importante ressaltar que o R ultrapassa a função de ser meramente um programa estatístico, visto que viabiliza também a realização de cálculos matemáticos, manipulação de vetores e matrizes, e elaboração de gráficos.

Então, uma das vantagens do R é ser um *software* livre, aderindo aos termos da *General Public License (GNU)* da *Free Software Foundation*, sendo fornecido na forma de código fonte. Gratuito e acessível a todos, o R é compatível com uma variedade de sistemas e plataformas. Além disso, a comunidade R é repleta de pacotes (bibliotecas) que disponibilizam funcionalidades especializadas, abrangendo desde modelagem estatística até visualização de dados. A sintaxe do R é relativamente simples e intuitiva, facilitando a curva de aprendizado para iniciantes. Dentro desse contexto, Rossiter cita treze vantagens da utilização do R:

1. É completamente livre e sempre será, desde que faça parte da *General Public License (GNU)*.
2. É livremente acessível em toda internet.
3. Funciona em vários sistemas computacionais: Unix, Darwin, Mac OS X, Linux, FreeBSD, Solaris, Microsoft Windows; Apple Macintosh OS.
4. É um resultado de colaboração internacional entre os melhores estatísticos computacionais e os melhores designers de linguagem computacional.
5. Permite análises estatísticas e a visualização de sofisticação ilimitada. O usuário não está restrito a específicos procedimentos ou alternativas, e por causa dos pacotes compartilhados não está limitado a apenas um método para realizar um determinado cálculo ou apresentação gráfica.
6. É possível usar objetos com tamanhos e complexidades ilimitados de forma consistente e lógica.
7. Possui documentação técnica compreensível e tutoriais compartilhados. Há também vários textos sobre métodos estatísticos que usam R (ou S) para ilustração.

8. Cada etapa realizada é gravada e o histórico pode ser salvo para uso futuro ou documentação.
9. Estimula o pensamento crítico sobre resolução de problemas ao invés de ser uma atividade “mecanizada” de apertar um botão.
10. É totalmente programável com sua própria linguagem computacional sofisticada. Procedimentos automáticos podem ser automatizados facilmente pelo usuário. É fácil escrever suas próprias funções e não é tão difícil escrever pacotes inteiros se criar novas análises.
11. Todo código fonte é publicado então o usuário consegue ver exatamente os algoritmos sendo usados.
12. É possível importar e exportar dados do MS-Excel.
13. A maioria dos programas escritos para o S-PLUS é executado com poucas alterações em R.
(2012, p.3 – 4, tradução nossa).

Considerando as vantagens citadas acima e, principalmente: pelo R ter licença livre e código aberto; e rodar em um grande número de plataformas e máquinas com configurações simples, foi feita a escolha da utilização dessa linguagem para abordar conceitos estatísticos na educação básica.

4.1 O R NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A inclusão da programação em R na educação pode ser vista como uma jornada em busca de uma compreensão mais aprofundada e uma valorização do conhecimento estatístico. Essa abordagem não se restringe apenas ao domínio técnico da linguagem de programação, mas também se estende à maneira como os indivíduos percebem e interagem com a informação.

Apesar da utilidade da programação em R na estatística, a produção de pesquisa científica unindo essas duas áreas à educação — ainda que em grande expansão — é considerada pequena. A publicação de artigos brasileiros com a informática diretamente ligada à educação aumentou nos últimos anos e surgiram pesquisas com a finalidade de discutir e promover pensamento computacional em escolas. Porém, as pesquisas que destacam o ensino de uma linguagem de programação na educação básica ainda são poucas.

No que refere-se a programação em R, especificamente, a produção científica para educação básica se torna ainda menor. Ao realizar um levantamento no Banco de Teses da Capes, no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e nos repositórios da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) foram encontradas pesquisas interessadas em saber quais ferramentas têm contribuído para disseminação do pensamento computacional e como ele tem se relacionado com outras disciplinas

como a Matemática (Silveira, 2021). Outros estudos têm apontado os desafios e possibilidades do ensino de pensamento computacional nas escolas (Castro, 2020) e algumas utilizando o software Scratch, que é uma programação em blocos lógicos (Riboldi e Reichert, 2019).

Além das pesquisas citadas acima, ainda foram encontrados trabalhos que utilizam Python na educação básica. A linguagem Python apresenta alguns pontos em comum com a linguagem R — principalmente em relação a escrita de códigos. Os trabalhos de Cavalcante (2018), Silva (2018) e Broges (2021) usam Python como ferramenta didática para o ensino de conteúdos matemáticos na educação básica.

Tratando especificamente do R, Pinto e Porciúncula (2019) realizaram uma formação de Professores de Matemática na linguagem R utilizando o pacote do *R-Commander*. Para isso, eles elaboraram uma sequência didática com a finalidade de criar diferentes tipos de gráficos no R. Apesar da pesquisa ter sido aplicada no ensino superior, a finalidade era capacitar os professores na formação inicial para que utilizassem o recurso quando atuassem na educação básica. Porém, apesar de concordarem que a ferramenta é útil no ensino de Estatística, apenas alguns dos estudantes em formação destacaram que utilizariam o R na docência.

Dentro dessa mesma perspectiva, Coutinho e Souza (2013) abordam, no artigo intitulado como *Aprendizagem da estatística e o uso de ambientes computacionais: uma análise didática de programas para construção de gráficos estatísticos* uma discussão sobre o desenvolvimento do letramento estatístico através de programas de construção de gráficos. Dessa forma, a utilização do R se resumiu apenas a um software utilizado para a construção de gráficos, sem destaque para outras funcionalidades. Por fim, os autores destacam que ainda é preciso refletir e aprofundar a discussão para a implementação em sala de aula.

Já nas pesquisas realizadas por Almeida (2014), Santos (2020) e Ribeiro (2022) o R não foi utilizado apenas como software para criação de gráficos, mas também para outras funcionalidades da estatística. No caso de Santos (2020), a utilização se deu como um programa de reconstrução de imagens utilizando a técnica de *inpainting*. Nesse caso, a autora elaborou uma sequência de 13 aulas com 50 minutos que abordaram desde tópicos básicos do R até chegar no seu objetivo final. Apesar da construção ter sido voltada para a educação básica, as atividades não foram aplicadas aos alunos, sendo apenas uma proposta de ensino.

Em contrapartida, nas pesquisas aplicadas por Almeida (2014) e Ribeiro (2022)

foi realizado uma breve incursão de conhecimentos estatísticos e, logo após isso, a introdução do software R. No caso do primeiro autor, o trabalho foi realizado em turma do 9º ano ensino fundamental, em foram ministrados 19 encontros — os nove primeiros para discutir conceitos e algumas medidas estatísticas; nove encontros para introduzir o R e realizar atividades utilizando o software; e um encontro para realizar a apresentação desses dados para a escola. O autor destaca que, apesar do desafio, o programa serviu como facilitador nas construções e teve papel importante no desenvolvimento da aprendizagem. Segundo ele, o programa mostrou-se capaz de romper com a visão estática e monótona de algumas construções, proporcionando o dinamismo e possibilitando aos alunos uma maior reflexão sobre os conceitos estudados (Almeida, 2014).

No trabalho de Ribeiro (2022), a sequência didática proposta foi aplicada em uma turma do 1º ano do ensino médio e foi dividida em 4 etapas. Na primeira, desenvolvida em 10 aulas, buscou-se realizar estudos sobre a estatística com a turma². Na segunda etapa descrita pelo autor, com cinco aulas, foi realizada a introdução do software R com algumas de suas funcionalidades. Na terceira etapa, os estudantes escolheram temas, formularam questionários, coletaram e organizaram dados no R para, no fim – quarta etapa -, construir seu próprios gráficos. Após essa etapa, os alunos responderam ao questionário proposto com perguntas sobre a utilização de tecnologias e conhecimentos de computação, juntamente com as respectivas impressões que tiveram sobre a linguagem R. Segundo a autora, é possível fazer a introdução do software R no ensino médio junto a temas de Estatística, pois o R foi considerado, pelos estudantes, uma linguagem fácil de ser interpretada e manuseada. (Ribeiro, 2022).

Dessa forma, é possível considerar o R como uma ferramenta auxiliar para o desenvolvimento de conhecimentos estatísticos na educação básica. Apesar dos desafios na sua utilização, as pesquisas acima demonstram que o R pode potencializar a compreensão dos conceitos apresentados e auxiliar tanto na visualização dos dados quanto nos cálculos de medidas estatísticas. Para isso, além da formação de professores, precisa-se de um planejamento das atividades de forma direcionada para os estudantes do ensino médio. A seguir, conheceremos a interface

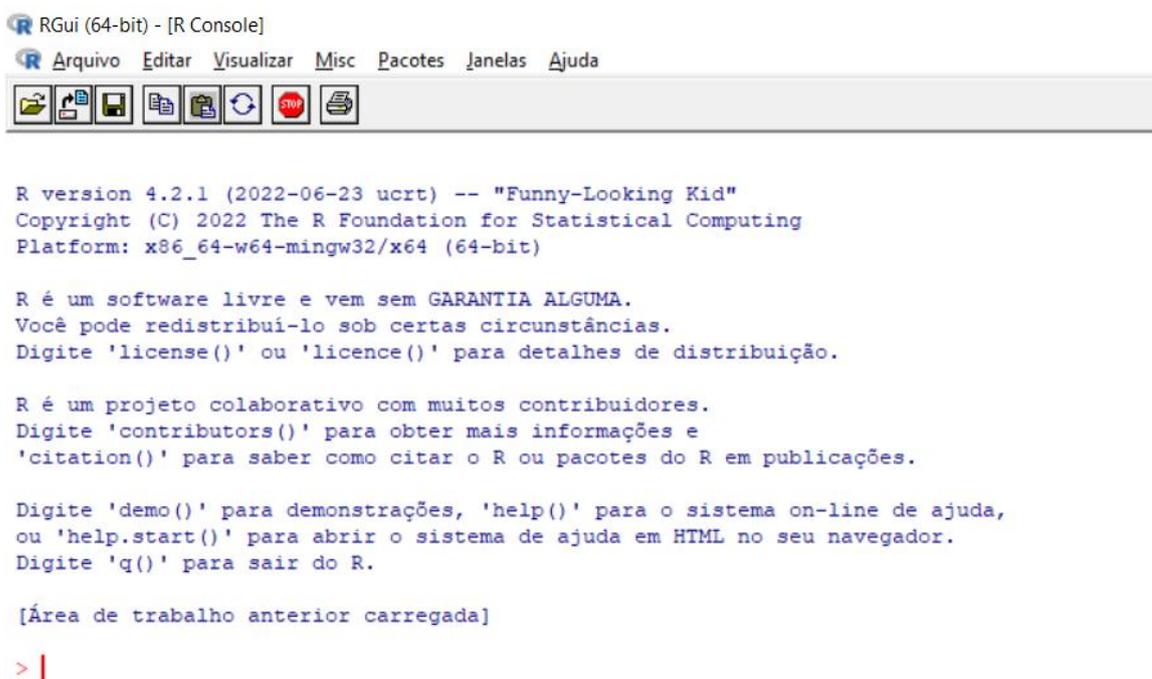
² Devido à pandemia causada pela covid-19, as aulas foram realizadas de forma híbrida, utilizando a plataforma do Teams.

e algumas funcionalidades da linguagem de programação R.

4.2 CONHECENDO O R

Para começar a utilizar o R é necessário fazer o download do programa através do site (<https://www.r-project.org>) e clicar em *CRAN*. Feito isso, é necessário selecionar o seu sistema operacional e, nesse ponto, o usuário obterá algumas informações sobre contribuições, pacotes, versões e a estrutura de instalação. Em seguida, deve-se optar pela versão base, o que o conduzirá ao download de uma versão de 32 ou 64 bits, permitindo o download do arquivo para execução. A instalação do software R é realizada de forma automática. A figura a seguir mostra a tela inicial do R.

Figura 1 — Interface do R



```
RGui (64-bit) - [R Console]
Arquivo  Editar  Visualizar  Misc  Pacotes  Janelas  Ajuda

R version 4.2.1 (2022-06-23 ucrt) -- "Funny-Looking Kid"
Copyright (C) 2022 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R é um software livre e vem sem GARANTIA ALGUMA.
Você pode redistribuí-lo sob certas circunstâncias.
Digite 'license()' ou 'licence()' para detalhes de distribuição.

R é um projeto colaborativo com muitos contribuidores.
Digite 'contributors()' para obter mais informações e
'citation()' para saber como citar o R ou pacotes do R em publicações.

Digite 'demo()' para demonstrações, 'help()' para o sistema on-line de ajuda,
ou 'help.start()' para abrir o sistema de ajuda em HTML no seu navegador.
Digite 'q()' para sair do R.

[Área de trabalho anterior carregada]

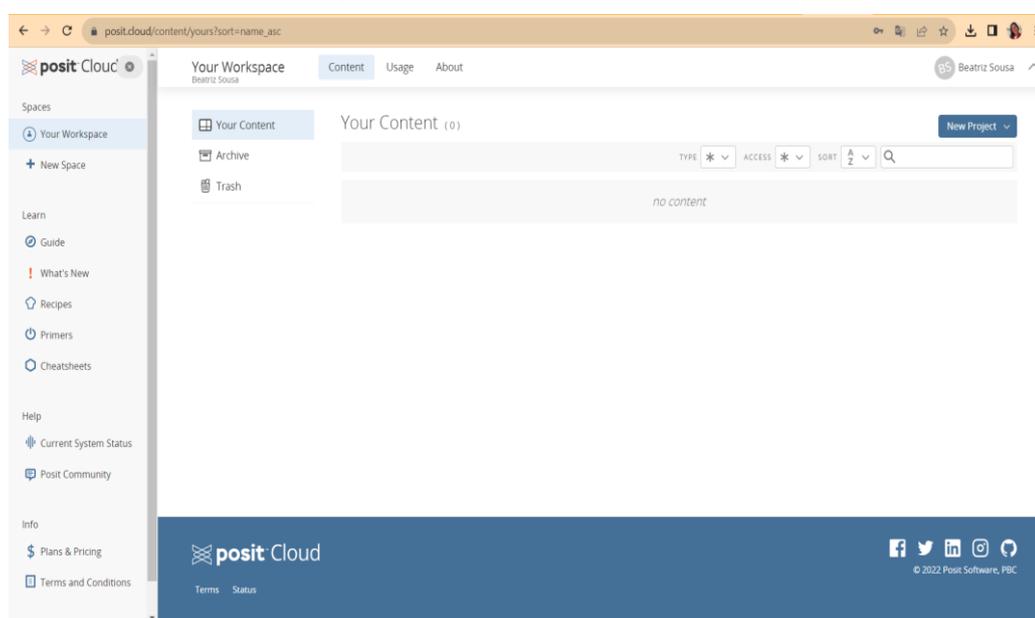
> |
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir da versão do R 4.2.1.

Devido a interface do próprio R não ser de fácil visualização, optamos por utilizar no desenvolvimento das atividades com os alunos o software RStudio, que é um ambiente integrado de desenvolvimento e possui uma interface mais completa que o R. O RStudio, também é gratuito, e tem versões para vários sistemas operacionais. Ele deve ser instalado em computadores em que o R já esteja instalado pois é integrado a última versão do R que consta no computador.

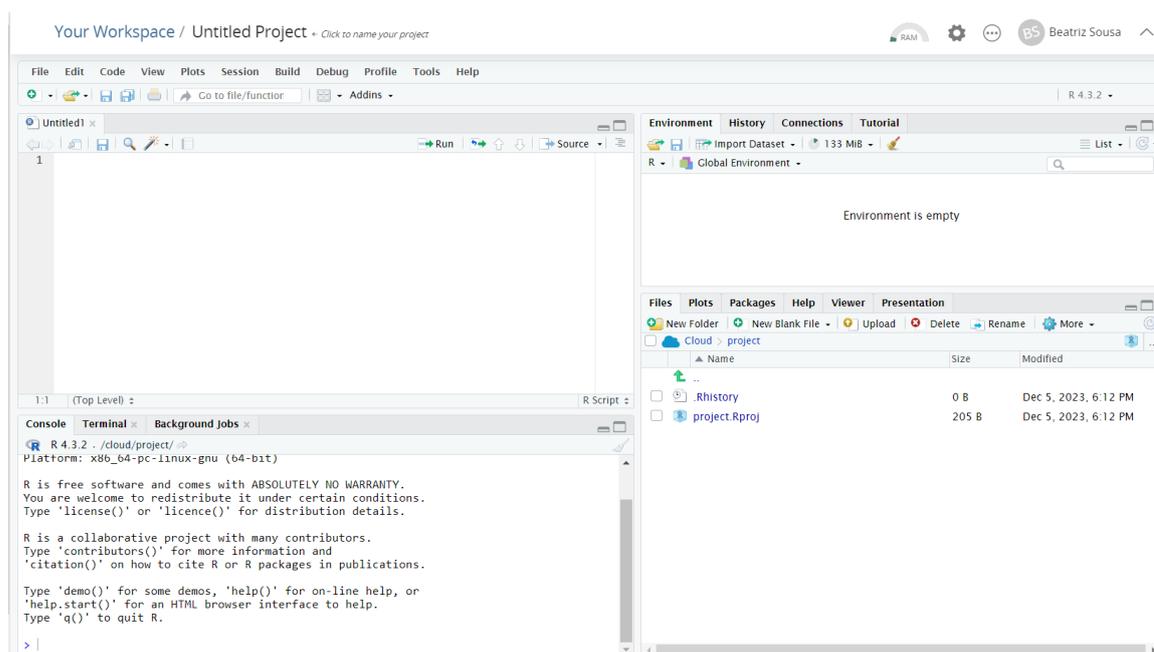
Para as atividades desenvolvidas, será utilizado o RStudio via internet, ou seja, sem que seja necessário fazer o seu download. Ele está disponível no site (<https://login.rstudio.cloud/login>) sendo necessário criar uma conta com um e-mail válido — e já existente — de modo que todo projeto realizado será vinculado a este e-mail. No Posit Cloud é criado um espaço de trabalho, em que é possível criar projetos no RStudio e no Jupyter. Mas, como dito anteriormente, nesse trabalho usaremos apenas o RStudio. A figura 2 mostra a tela inicial do Posit Cloud e na figura 3 a interface de um novo projeto no RStudio online.

Figura2 2 – Interface do Posit Cloud



Fonte: frame elaborado pela autora a partir da homepage Posit Cloud.

Figura 33 - Interface do RStudio



Fonte : frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

O RStudio é composto por quatro janelas. Na primeira, no canto superior esquerdo, é o editor de códigos, em que serão digitados os *scripts* — comandos que serão executados pelo R em sequência. Os comandos são executados com o atalho CTRL + ENTER ou clicando no ícone *Run*. Na segunda janela — canto inferior esquerdo —, está o console, e é nele que o R mostrará a maioria dos resultados. Além disso, também é possível digitar *scripts* direto no console, mas isso, normalmente, é feito para testes e experimentos rápidos — ou seja, aqueles que necessitam de poucas linhas de comando.

Na terceira janela, no canto superior direito, temos alguns tópicos, mas destacamos dois principais: o *environment* e o *history*. No primeiro serão armazenados todos os objetos criados durante a sessão no RStudio. Durante esse período, todas as operações consomem recursos da memória RAM e do processador do computador. Na guia *history*, como o nome sugere, o RStudio mantém um registro dos comandos previamente utilizados ao longo da sessão.

Na quarta janela, estão quatro funcionalidades do RStudio. Na aba *files* é possível importar algum arquivo do computador direto para o *script*, seja ele feito pelo R ou não. Na aba *plots* mostra os gráficos gerados, possibilitando a exportação para alguns formatos diferentes, como .png e .pdf. Na aba *packages* estão listados os pacotes instalados, de modo que seja possível verificar: quais estão totalmente

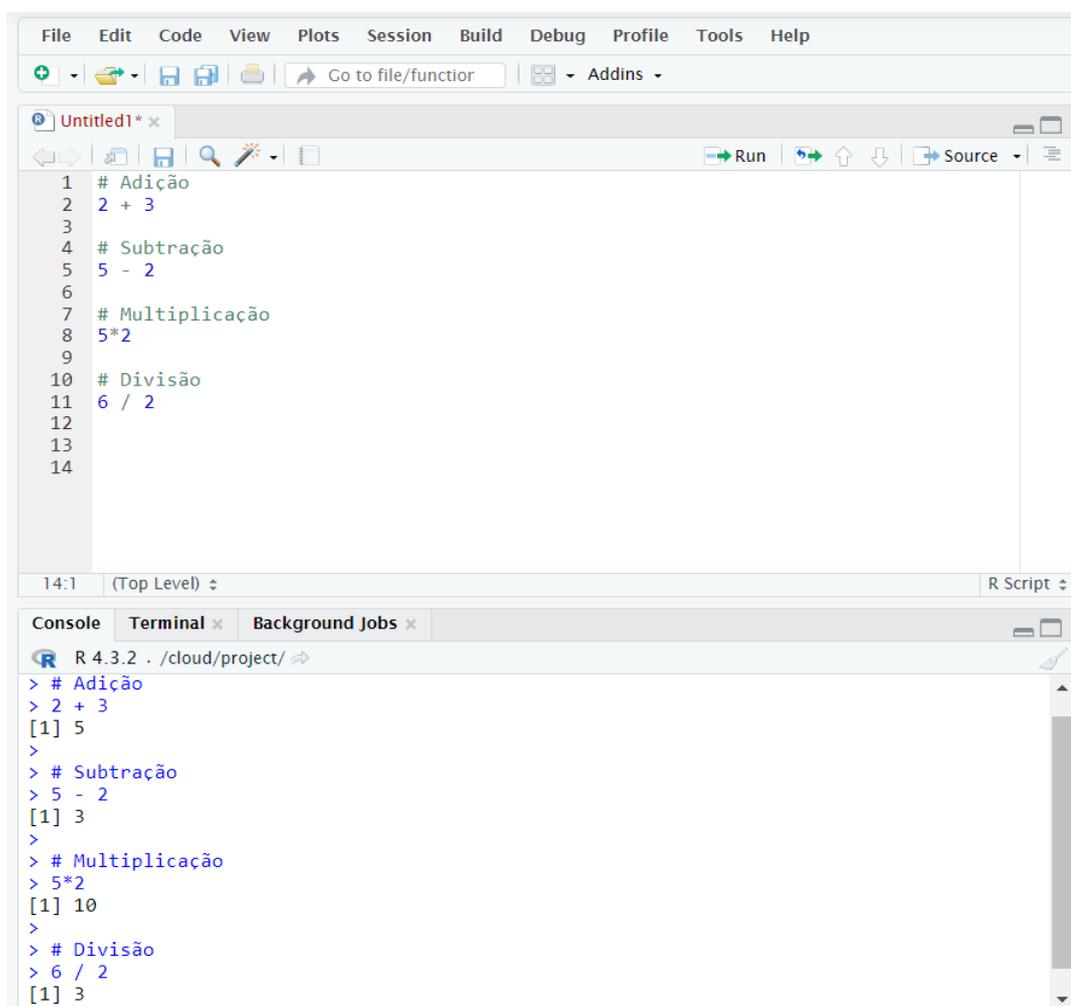
carregados; qual será carregado apenas no momento de sua utilização; ou atualizar pacotes. Os pacotes ou bibliotecas são os nomes mais usados para designar um conjunto de comandos e/ou conjuntos de dados. Os comandos básicos do R, por exemplo, estão agrupados em um pacote chamado base. Existem inúmeros pacotes, alguns já inclusos na instalação padrão do R e vários foram desenvolvidos por usuários do R que, em certo momento, julgaram importante criar comandos que suprissem suas necessidades. Depois, esses usuários disponibilizaram esses comandos na forma de um pacote com determinado nome para que outras pessoas que necessitem usar os mesmos comandos não precisem implementá-los novamente (Mello; Peternelli, 2013).

A aba *help* fornece ajuda sobre algum comando ou pacote que se pode ter dúvida durante a execução do código. Ela também pode ser acionada utilizando uma interrogação antes do comando.

4.3 OPERAÇÕES MATEMÁTICAS BÁSICAS NO RSTUDIO

Após conhecer um pouco da interface do RStudio, iremos destacar alguns comandos importantes. Inicialmente, é importante salientar que o programa reproduz todas as operações de uma calculadora, então, para isso, é necessário digitar os valores e a operação a ser realizada no script e, em seguida, CTRL + ENTER. Observe o exemplo na figura 4.

Figura 44 — Operações Matemáticas básicas



The screenshot displays the RStudio interface. The top menu bar includes File, Edit, Code, View, Plots, Session, Build, Debug, Profile, Tools, and Help. Below the menu is a toolbar with icons for file operations and a search bar. The main editor window shows a script with the following code:

```
1 # Adição
2 2 + 3
3
4 # Subtração
5 5 - 2
6
7 # Multiplicação
8 5*2
9
10 # Divisão
11 6 / 2
12
13
14
```

The status bar at the bottom of the editor indicates line 14:1 at the top level. Below the editor is the Console window, which shows the execution results:

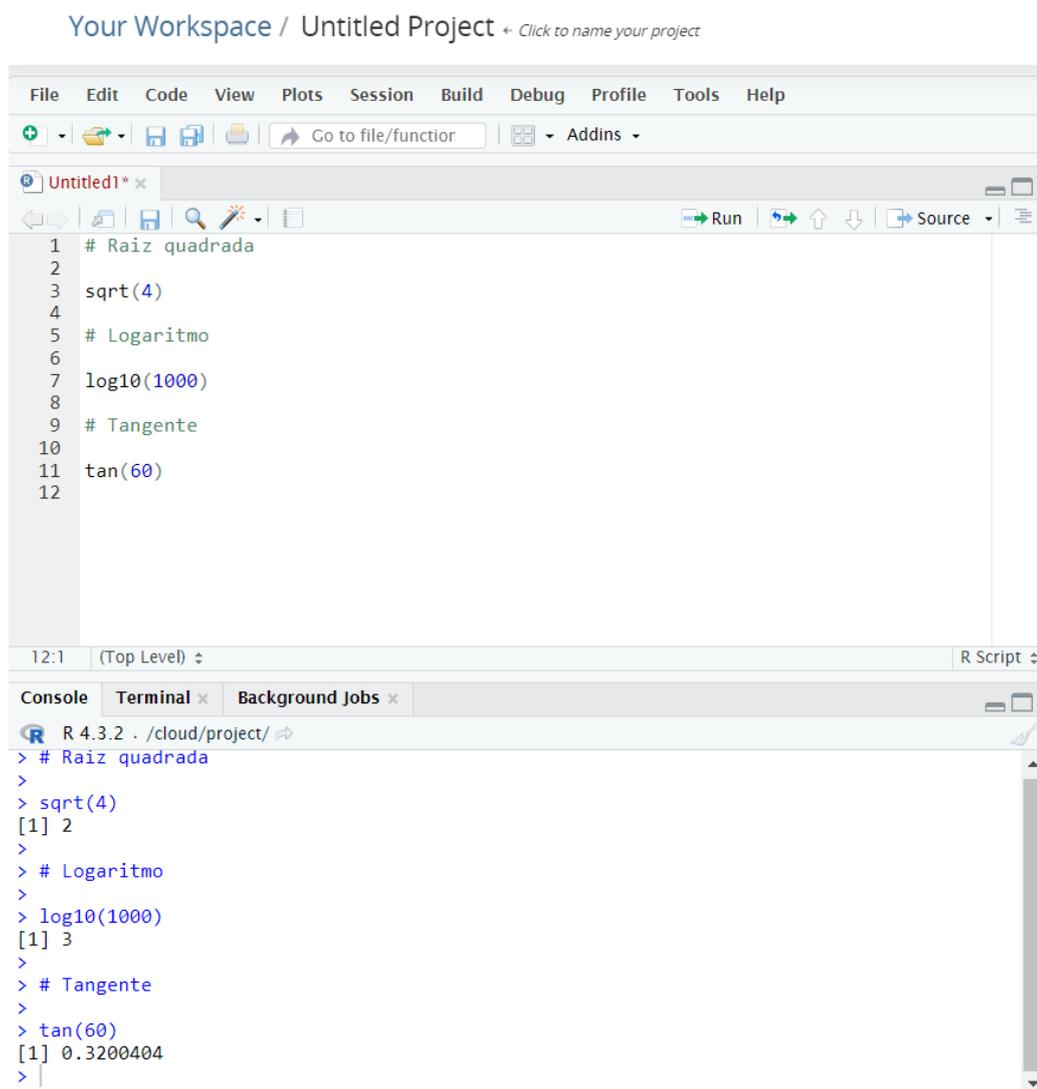
```
R 4.3.2 . /cloud/project/
> # Adição
> 2 + 3
[1] 5
>
> # Subtração
> 5 - 2
[1] 3
>
> # Multiplicação
> 5*2
[1] 10
>
> # Divisão
> 6 / 2
[1] 3
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Para fazer comentários sobre o código utiliza-se o # (jogo da velha) na linha do comentário.

Além das quatro operações básicas, o R possui alguns comandos específicos para outras operações como a raiz quadrada, o logaritmo de base 10, tangente de um ângulo. Observe a figura 5.

Figura 55 — Algumas outras operações



Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

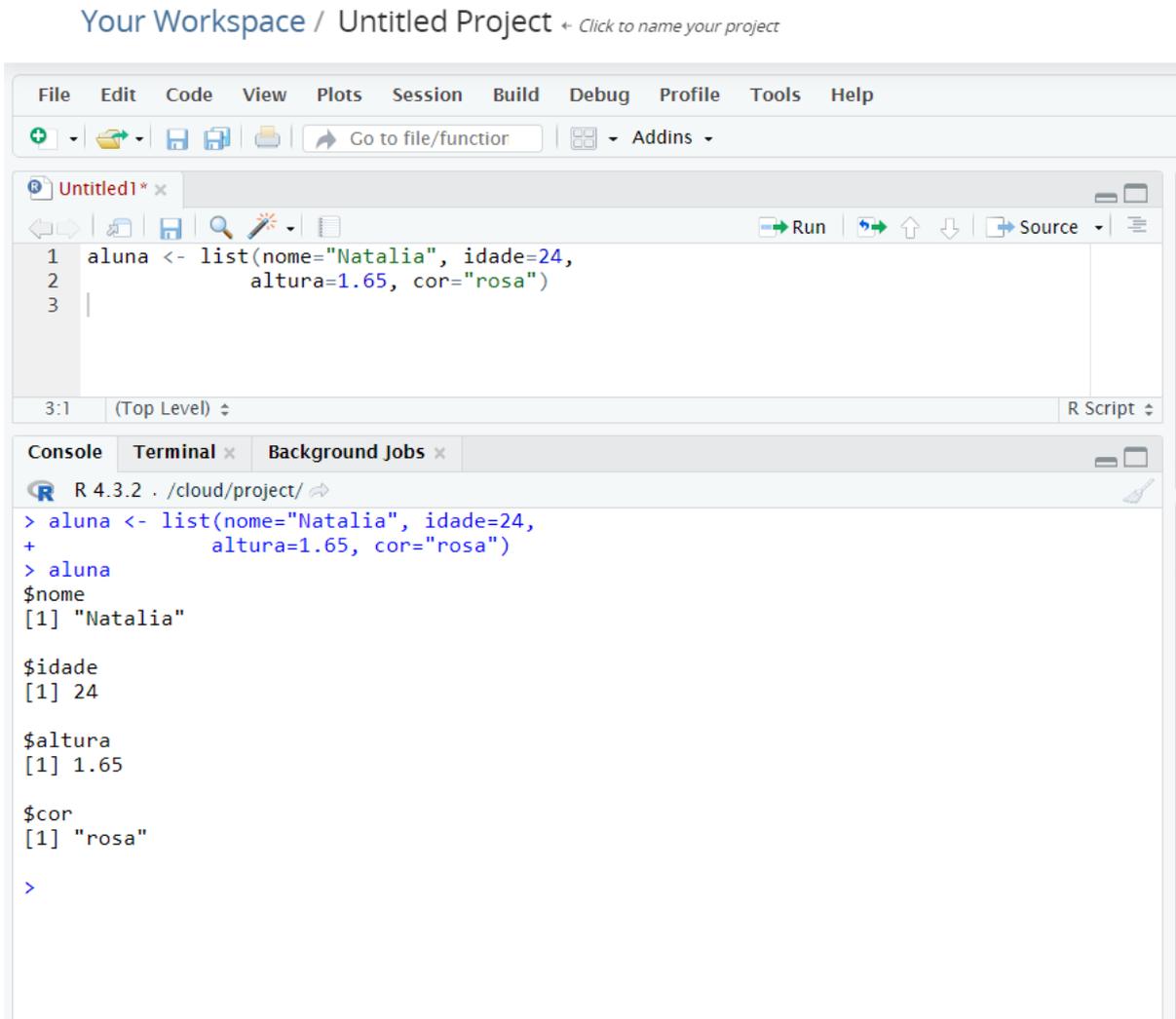
4.4 ESTRUTURA DE DADOS DO RSTUDIO

Os dados no R podem se organizar de diferentes formas, as mais utilizadas são:

4.4.1 Listas

As listas permitem combinar diferentes estrutura de dados em um único objeto. São construídas com o comando `list()`. Quando uma lista é exibida, cada componente é mostrado com seu nome (precedido do símbolo `$`) e valor.

Figura 66 – Criando uma lista



```
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Go to file/function Addins
Untitled1* x
Run Source
1 aluna <- list(nome="Natalia", idade=24,
2     altura=1.65, cor="rosa")
3 |
3:1 (Top Level) R Script
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.3.2 . /cloud/project/
> aluna <- list(nome="Natalia", idade=24,
+     altura=1.65, cor="rosa")
> aluna
$nome
[1] "Natalia"

$idade
[1] 24

$altura
[1] 1.65

$cor
[1] "rosa"

>
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

4.4.2 Vetor Atômico

Vetor com um ou mais elementos do mesmo tipo. É construído através do comando `c()` e é uma das estruturas de dados fundamentais no R. Vale ressaltar que os vetores têm a capacidade de armazenar um ou vários elementos de diferentes tipos, como: numérico, caractere, lógico ou complexo. Contudo, é importante destacar que cada vetor pode conter apenas elementos de um único tipo. Entretanto, quando um vetor contém dois tipos de dados diferentes, os dados são convertidos seguindo a regra de coerção *character > double > integer > logical*. Observe a figura 7.

Figura 77 – Criando um vetor

```

1 #Criando vetores
2 notas <- c(7L, 8L, 8L, 8L, 9L, 10L)
3
4 notas_2 <- c(7L, 8L, 8.5, 8.75, 9L, 10L)
5
6
7 #Verificando o tipo de dados do vetor
8 typeof(notas)
9 typeof(notas_2)
10

```

```

R 4.3.2 · /cloud/project/
> #Criando vetores
> notas <- c(7L, 8L, 8L, 8L, 9L, 10L)
>
> notas_2 <- c(7L, 8L, 8.5, 8.75, 9L, 10L)
> notas
[1] 7 8 8 8 9 10
> notas_2
[1] 7.00 8.00 8.50 8.75 9.00 10.00
>
> typeof(notas)
[1] "integer"
> typeof(notas_2)
[1] "double"
>

```

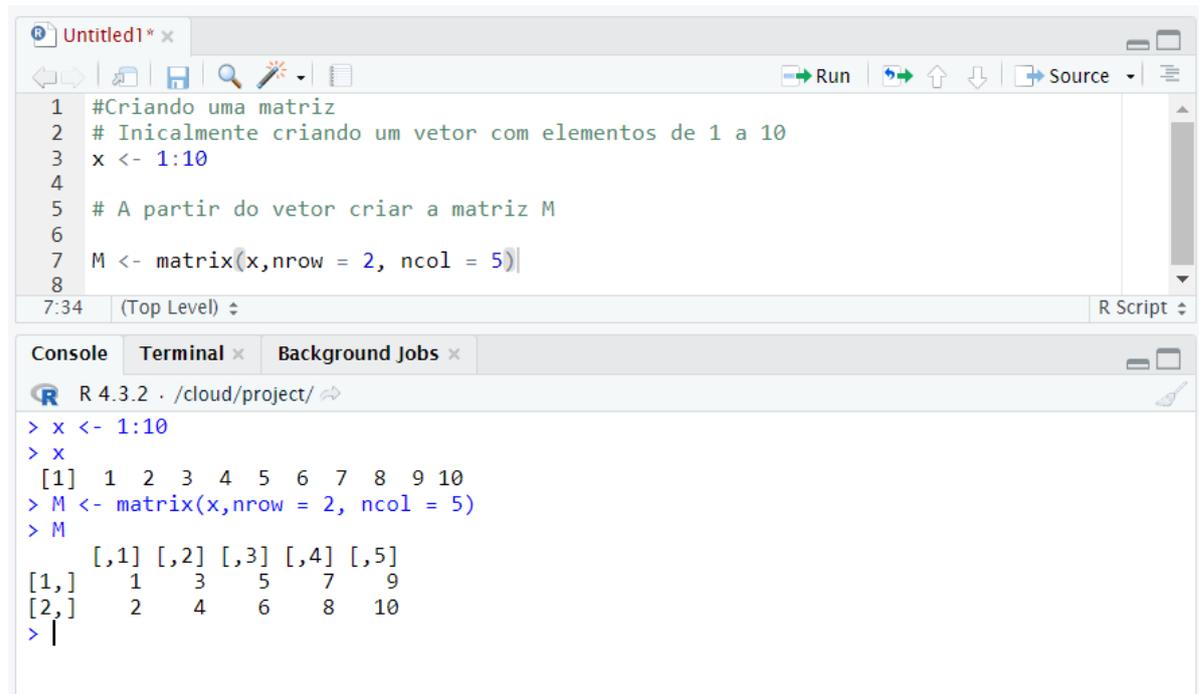
Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Desse modo, observamos que, no primeiro vetor criado, as notas dos estudantes estavam acompanhadas de um *L* — comando utilizado para escrever números inteiros. Quando questionado o tipo de dados desse vetor, a resposta foi “*integer*” (inteiro). No segundo vetor foram colocados dois números não inteiros, o que fez com que esse vetor ficasse com dois tipos de dados: *integer* e *double*. Porém, como vimos anteriormente, o vetor reúne informações do mesmo tipo, resultando, portanto, em uma coerção em que os valores inteiros viraram *double*.

4.4.3 Matriz

Estrutura bidimensional, ou seja, nela é possível encontrar linhas e colunas. Logo, da mesma forma que o vetor, a matriz só é composta a partir de um tipo de dado, e a forma mais simples de formá-la é utilizando o comando *matrix()* que recebe um vetor e o transforma em matriz de acordo com as dimensões especificadas.

Figura 88 — Criando uma matriz a partir de um vetor



```
1 #Criando uma matriz
2 # Inicialmente criando um vetor com elementos de 1 a 10
3 x <- 1:10
4
5 # A partir do vetor criar a matriz M
6
7 M <- matrix(x,nrow = 2, ncol = 5)
8
```

```
R 4.3.2 · /cloud/project/
> x <- 1:10
> x
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
> M <- matrix(x,nrow = 2, ncol = 5)
> M
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5]
[1,]    1    3    5    7    9
[2,]    2    4    6    8   10
> |
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Para rodar o comando *matrix*, além do vetor já existente, precisamos especificar os argumentos *nrow* e *ncol* os quais se referem e, respectivamente, a quantidade de linhas e colunas que a matriz deverá ter.

4.4.4. Data.frame

Por fim, temos o *data.frame* que lembra a estrutura da matriz, mas permite que diferentes colunas armazenem elementos de tipos distintos. Por exemplo, a primeira coluna pode conter valores numéricos, enquanto a segunda é composta por caracteres. O *data.frame* é criado através do agrupamento de vários vetores de mesmo tamanho em um único objeto utilizando o comando *data.frame ()*.

Figura 99 — Criando um data.frame

```

1 #Criando um data.frame
2
3 alunos <- c("Natália", "Beatriz", "Rhaysa",
4             "Eduarda", "Marcos")
5
6 idades <- c(24, 25, 25, 23, 28)
7
8 notas <- c(8.12,9.81,8.20, 8.58,9.28)
9
10
11 sexo <- factor(c("F", "F", "F", "F", "M"))
12
13 notas_alunos <- data.frame(alunos, idade, notas, sexo)

```

```

R 4.3.2 . /cloud/project/
> alunos <- c("Natália", "Beatriz", "Rhaysa",
+           "Eduarda", "Marcos")
>
> idades <- c(24, 25, 25, 23, 28)
>
> notas <- c(8.12,9.81,8.20, 8.58,9.28)
>
>
> sexo <- factor(c("F", "F", "F", "F", "M"))
>
> notas_alunos <- data.frame(alunos, idade, notas, sexo)
> notas_alunos
  alunos idade notas sexo
1 Natália   24  8.12    F
2 Beatriz   25  9.81    F
3 Rhaysa    25  8.20    F
4 Eduarda   23  8.58    F
5 Marcos    28  9.28    M
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Destacamos que nem todas as estruturas de dados serão utilizadas no desenvolvimento das atividades, mas consideramos importante destacá-las aqui.

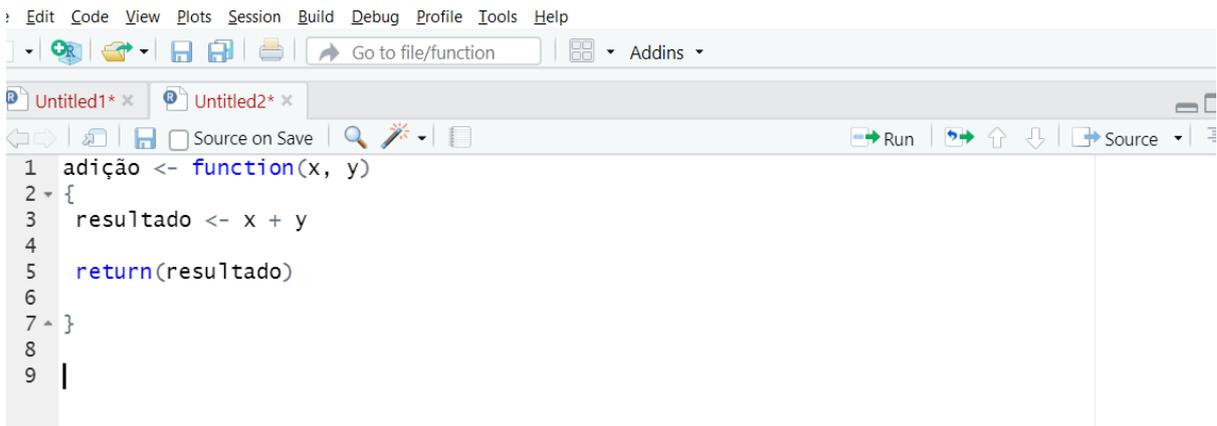
4.5 FUNÇÕES NO RSTUDIO

As funções no R são responsáveis por criar novos comandos, os quais estabelecem argumentos e elaboram uma lei de formação através de regras lógicas. É importante destacar que, pelo R ser resultado de uma colaboração internacional, já existem diversas funções criadas por outros autores. De acordo com Matloff (2011), o R é uma linguagem de programação orientada a objetos, o que significa que tudo pode ser virtualmente armazenado em objetos do R. Dessa forma, apesar da facilidade de criar funções em R, é preciso destacar que alguns comandos já podem ter sido criados.

Assim, inicialmente, é preciso escolher um nome pra função e utilizar o

comando *function* (), dentro do parêntese escrevemos os argumentos da função, que são os dados necessários para a execução do comando; em seguida, descrevemos as regras lógicas para gerar a função e *return* — que é responsável pelo retorno da função — para apresentar o seu resultado. A seguir, na figura 10, temos um exemplo de uma função criada no R.

Figura 1010 – Criando uma função no RStudio



```

1  adição <- function(x, y)
2  {
3    resultado <- x + y
4
5    return(resultado)
6
7  }
8
9  |

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

A função criada foi chamada de *adição*, e os argumentos da função são os valores de *x* e *y*. No console, chamamos a função e definimos os valores para *x* e *y*.

Figura 1111 – Resultado da função *adição*



```

R 4.2.1 · ~/
+ {
+   resultado <- x + y
+   return(resultado)
+ }
> adição(6, 4)
[1] 10
> |

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

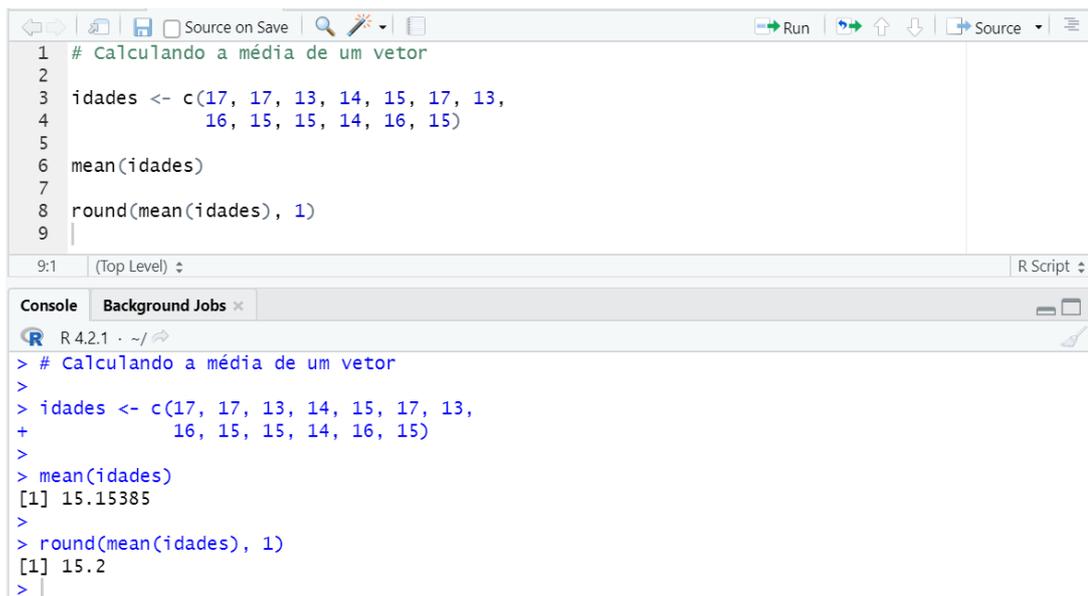
O comando da figura 12 poderia facilmente ser interpretado utilizando o sinal de “+”, mas criamos uma função *adição* para compreender o processo de criação de uma nova função no R. A seguir destacamos como encontrar algumas medidas estatísticas no R utilizando funções prontas ou criando funções.

4.6 MEDIDAS ESTATÍSTICAS NO RSTUDIO

4.6.1 Média Aritmética

A média é uma das medidas de posição mais conhecida e pode ser calculada no R utilizando a função pronta *mean* (). Observe a figura 12.

Figura 1212 – Calculando a média de um conjunto de dados.



```
1 # Calculando a média de um vetor
2
3 idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
4             16, 15, 15, 14, 16, 15)
5
6 mean(idades)
7
8 round(mean(idades), 1)
9
```

9:1 (Top Level) R Script

Console Background Jobs

```
> # Calculando a média de um vetor
>
> idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
+            16, 15, 15, 14, 16, 15)
>
> mean(idades)
[1] 15.15385
>
> round(mean(idades), 1)
[1] 15.2
>
```

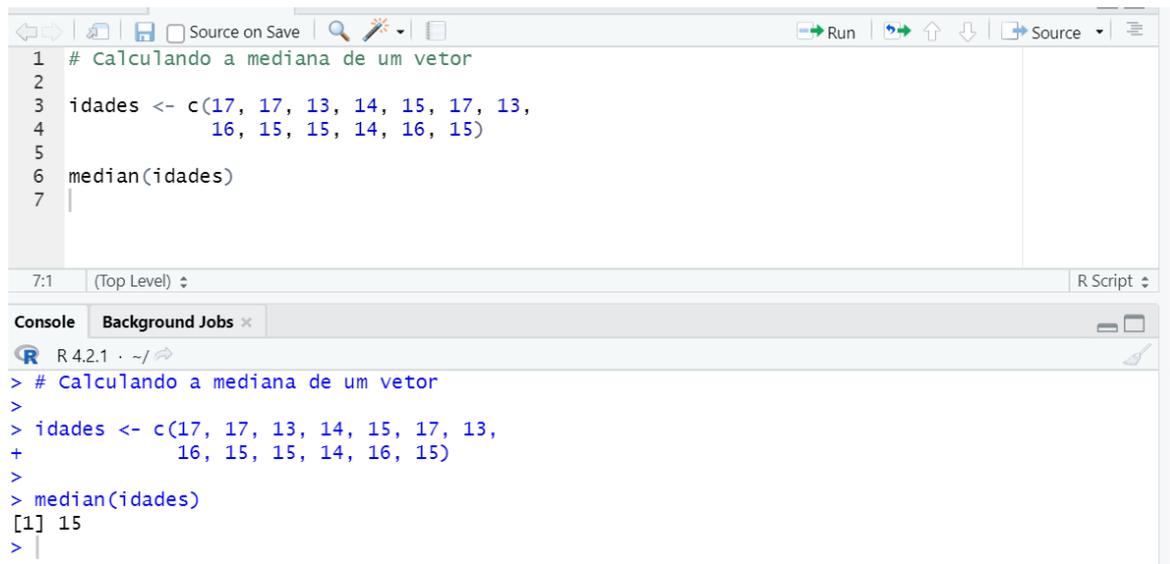
Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Na figura 12 criamos um vetor *idades* com valores aleatórios e em seguida calculamos a média desse conjunto utilizando a função *mean* (). Após isso, utilizamos a função *round* () para arredondar o resultado para uma casa decimal.

4.6.2 Mediana

A mediana é uma medida estatística utilizada para indicar o centro de um conjunto de dados dispostos de forma ordenada e pode ser calculada no R utilizando a função *median* (). A seguir, utilizamos o mesmo vetor *idades* para calcular a mediana.

Figura 1313 – Calculando a mediana de um conjunto de dados.



```
1 # Calculando a mediana de um vetor
2
3 idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
4             16, 15, 15, 14, 16, 15)
5
6 median(idades)
7
```

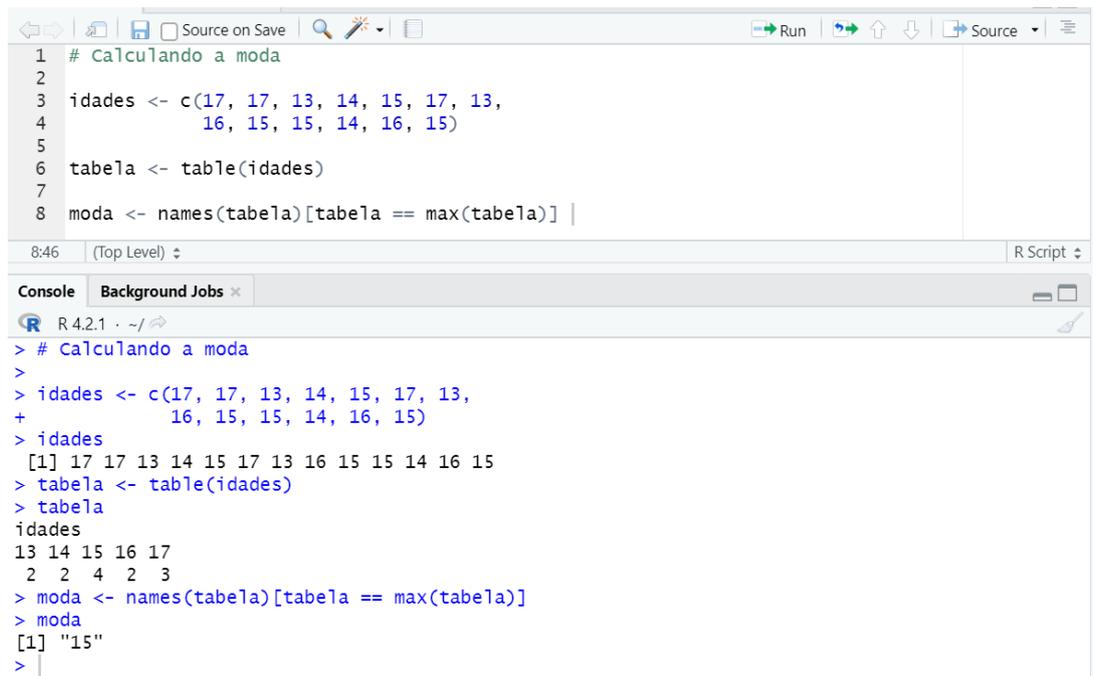
```
> # Calculando a mediana de um vetor
>
> idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
+            16, 15, 15, 14, 16, 15)
>
> median(idades)
[1] 15
>
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

4.6.3 Moda

A outra medida de tendência central muito utilizada é a moda, a qual indica o valor no conjunto de dados que possui maior frequência, ou seja, o que mais aparece. No R, não temos uma função específica que calcule diretamente o valor da moda, então, teremos que criar uma função para encontrar a moda de um conjunto de dados. Para isso utilizaremos a função `table()` — que monta uma tabela de frequências — e, em seguida, utilizar a função `names()` e `max()` — que retorna o valor que mais apareceu dentro de um conjunto de dados. Observe um exemplo na figura a seguir.

Figura 1414 – Calculando a moda de um conjunto de dados



```

1 # Calculando a moda
2
3 idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
4             16, 15, 15, 14, 16, 15)
5
6 tabela <- table(idades)
7
8 moda <- names(tabela)[tabela == max(tabela)] |

```

```

R 4.2.1 · ~/
> # Calculando a moda
>
> idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
+            16, 15, 15, 14, 16, 15)
> idades
[1] 17 17 13 14 15 17 13 16 15 15 14 16 15
> tabela <- table(idades)
> tabela
idades
13 14 15 16 17
 2  2  4  2  3
> moda <- names(tabela)[tabela == max(tabela)]
> moda
[1] "15"
>

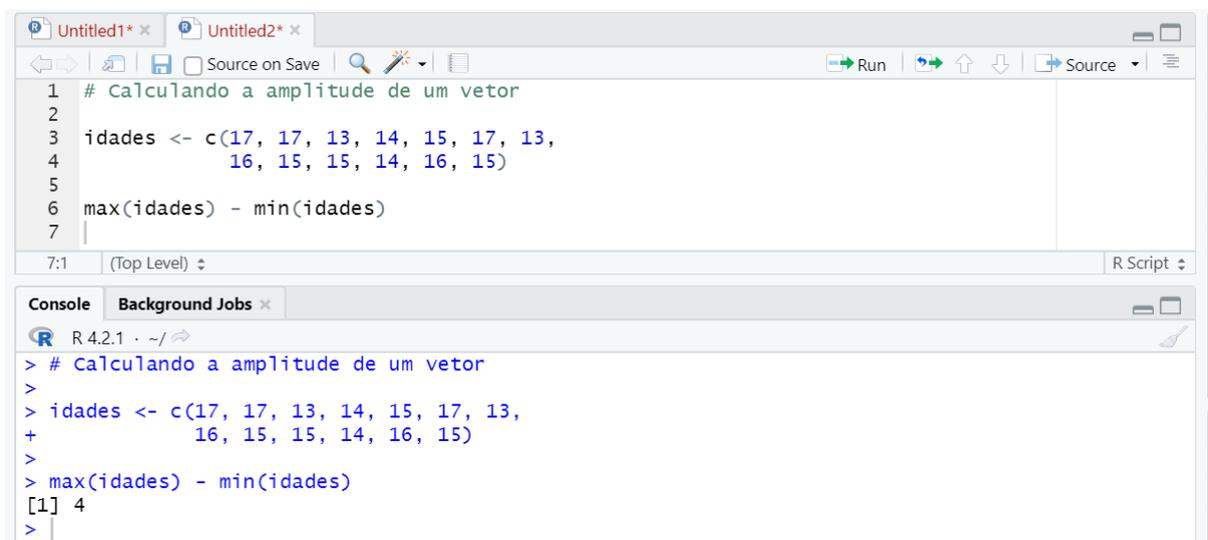
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

4.6.4 Amplitude

A amplitude é uma medida de dispersão que calcule a diferença entre o maior e o menor valor de um conjunto de dados. No R, pode ser obtida utilizando a subtração entre as funções $\max()$ – $\min()$. Observe a figura 15.

Figura 1515 — Calculando a amplitude de um vetor.



```

1 # Calculando a amplitude de um vetor
2
3 idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
4             16, 15, 15, 14, 16, 15)
5
6 max(idades) - min(idades)
7

```

```

R 4.2.1 · ~/
> # Calculando a amplitude de um vetor
>
> idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
+            16, 15, 15, 14, 16, 15)
>
> max(idades) - min(idades)
[1] 4
>

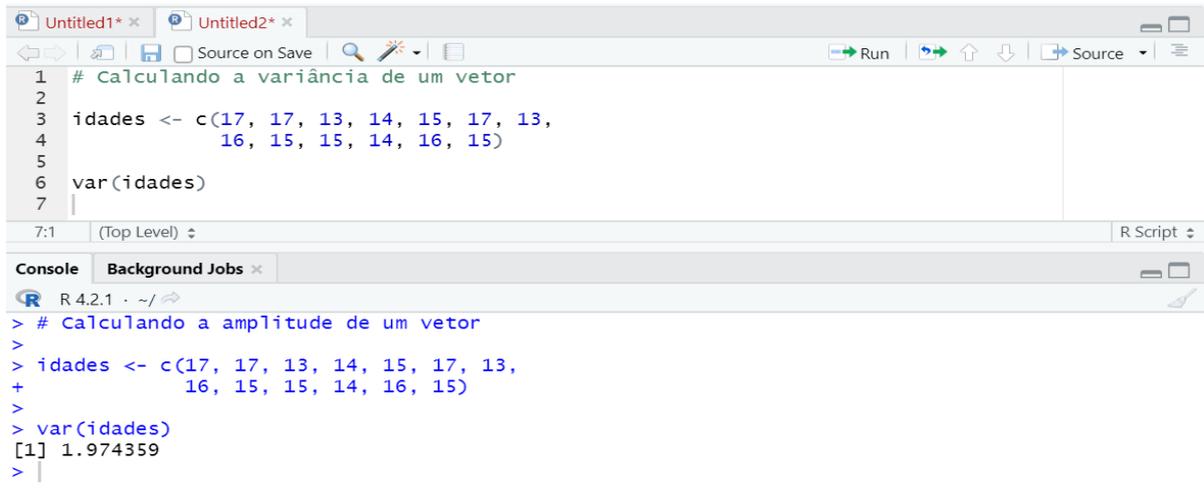
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

4.6.5 Variância

A variância indica a dispersão dos dados em relação à média. Ela pode ser calculada como a soma do quadrado dos desvios, dividido pelo tamanho da amostra menos 1 (-1). No R, a função `var()` é responsável por determinar a variância de conjunto de dados.

Figura 1616 — Calculando a variância de um conjunto de dados



```
1 # Calculando a variância de um vetor
2
3 idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
4             16, 15, 15, 14, 16, 15)
5
6 var(idades)
7
```

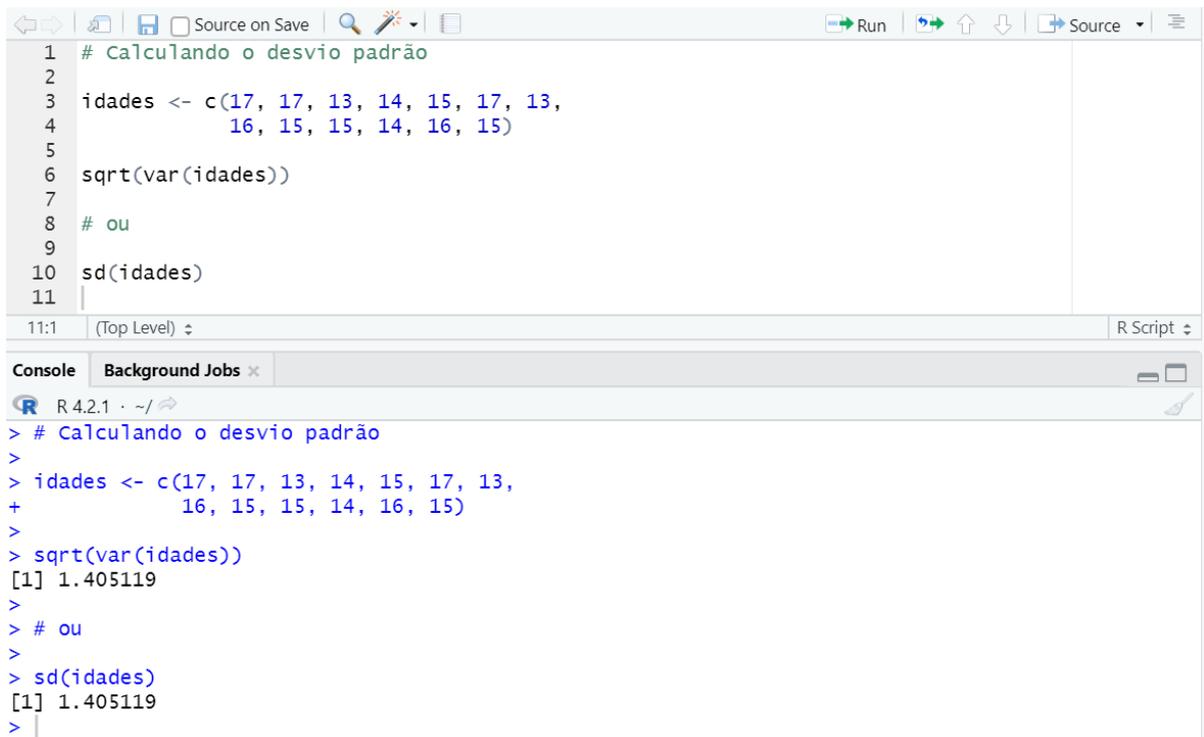
```
> # Calculando a amplitude de um vetor
>
> idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
+            16, 15, 15, 14, 16, 15)
>
> var(idades)
[1] 1.974359
>
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

4.6.6 Desvio Padrão

Por fim, a última medida estatística a ser explorada nesse trabalho é o desvio padrão, o qual é definido como a raiz quadrada positiva da variância. No caso do R, pode ser calculado tanto utilizando a função `sqrt` (`var`) ou a própria função do desvio padrão `sd()`. Observe a figura 17.

Figura 1717 — Calculando o desvio padrão de um conjunto de dados



```
1 # Calculando o desvio padrão
2
3 idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
4             16, 15, 15, 14, 16, 15)
5
6 sqrt(var(idades))
7
8 # ou
9
10 sd(idades)
11
```

```
> # Calculando o desvio padrão
>
> idades <- c(17, 17, 13, 14, 15, 17, 13,
+            16, 15, 15, 14, 16, 15)
>
> sqrt(var(idades))
[1] 1.405119
>
> # ou
>
> sd(idades)
[1] 1.405119
>
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

No capítulo seguinte abordamos os aspectos metodológicos dessa pesquisa destacando seu tipo, universo e participantes da pesquisa. Descrevemos as etapas metodológicas e destacamos também um pouco dos conceitos relacionados à engenharia didática, que foi utilizada como inspiração para desenvolver algumas dessas etapas.

5 PERCURSO METODOLÓGICO

Durante este capítulo serão delineados os caminhos metodológicos escolhidos para conduzir esta pesquisa, com o propósito de abordar as questões centrais e o objetivo fundamental deste estudo, que trata de analisar o uso de tecnologias digitais no ensino de Estatística utilizando um software de programação. Assim, detalharemos o método de pesquisa adotado, o perfil dos participantes envolvidos e as fases da sequência didática elaborada.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

De uma forma geral, um dos propósitos da metodologia de investigação científica, no meio acadêmico, é o de guiar professores e alunos a como realizar suas pesquisas com vista à produção de conhecimento. Nos últimos tempos, diversos autores, que analisam a metodologia de pesquisa quanto à forma de abordagem num trabalho científico, classificam as pesquisas em dois principais tipos: quantitativa e qualitativa. Como toda classificação deve obedecer a alguns critérios, faremos esta com base nos objetivos da pesquisa, utilizando os parâmetros apresentados por Gil (2002), Minayo (2001) e Thiollent (1985).

Em função dos objetivos propostos e da amostra selecionada para o estudo, essa pesquisa tem enfoque qualitativo, uma vez que investigações dessa natureza se propõem a responder questões muito específicas com base em um nível de realidade que não pode ser quantificado (Minayo, 2001). A pesquisa é restrita a uma sala de aula em um contexto específico, o que não impede que os resultados possam ser replicados e ampliados, no futuro, em outras salas de aulas.

Quanto aos objetivos, mais especificamente, a pesquisa apresenta um caráter exploratório, pois, conforme Gil (2002), proporciona uma visão geral com aproximações mais acentuadas aos temas ainda pouco explorados. Além disso, por propor uma sequência de atividades visando atingir um objetivo, esse trabalho também é caracterizado como uma pesquisa ação. Já que, de acordo com Thiollant (1985), a pesquisa ação é um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com uma resolução de um problema coletivo, e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (Thiollent,

1985).

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Para realizar a coleta dos dados, optamos por desenvolver a pesquisa em uma escola da rede privada do estado de Pernambuco, localizada no bairro do Janga, em Paulista - PE.

A escolha se justifica, inicialmente, pela recepção e pelo interesse da comunidade escolar em relação ao tema, mas também por ser a mesma escola onde a pesquisadora trabalha, tendo a finalidade de contribuir, de forma direta, para o aperfeiçoamento do ensino e aprendizagem dos estudantes da comunidade. Além disso, a escola dispõe dos recursos digitais necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Os participantes da pesquisa foram 15 estudantes com idades entre 16 e 18 anos de uma turma do 3º ano do ensino médio, visto que, de acordo com a BNCC, a habilidade referente a utilização de uma linguagem de programação, para realizar atividades, é prevista durante esse ano escolar. Além disso, por ser o último ano do ensino médio, são realizadas revisões de conteúdos vistos em anos anteriores, contemplando também o campo da Estatística.

As atividades foram desenvolvidas durante a disciplina eletiva de Matemática para o Ensino Médio. Os estudantes podiam optar por realizar a eletiva de Matemática ou Física. Antes da realização dessa escolha foram informados das atividades que seriam propostas durante a eletiva de Matemática.

O trabalho foi iniciado após a aprovação ética da pesquisa com seres humanos. A análise foi realizada pelo sistema CEP/CONEP, sendo registrada sob a inscrição CAAE: 80059024.3.0000.9547 (Anexo A). Os estudantes participaram da pesquisa de modo voluntário e, a partir disso, foram convidados a assinar o TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido), além disso, o responsável de cada estudante menor de 18 anos, uma vez concordando com a realização do estudo, foi convidado a assinar o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

5.3 ETAPAS METODOLÓGICAS

A metodologia de pesquisa proposta se apoia em uma adaptação (Andrade,

2005) da engenharia didática desenvolvida na França. Segundo Artigue (1996), a engenharia didática procura relacionar pesquisas e ações no sistema de ensino, além de incluir o desenvolvimento de sequências didáticas na sala de aula, ela é organizada em quatro fases: análises preliminares; concepção e análise a priori; experimentação e análise a posteriori e validação. Na engenharia didática a validação é interna, considerando apenas o que acontece durante a sua aplicação. Nesta pesquisa, na adaptação da engenharia didática, além da validação interna também utilizamos um questionário que foi aplicado após a realização da engenharia didática

5.4 ENGENHARIA DIDÁTICA

Conforme Artigue (1996), a engenharia didática se define como uma abordagem de pesquisa estabelecida dentro de um sistema experimental, fundamentado em práticas educativas em sala de aula, seja na formulação, execução, observação ou avaliação de métodos de ensino. Nesse sentido, Pais (2011) ressalta essa metodologia como uma opção que amplia as formas de impacto do conhecimento acadêmico no contexto imediato da escola. Essa abordagem também se destaca pela documentação dos estudos conduzidos sobre o foco de interesse e pela sua validação, que é o resultado entre a análise prévia, baseada no referencial teórico, e a análise a posteriori.

Artigue (1992 *apud* Andrade, 2005) aponta como características gerais da engenharia didática:

- ser um esquema experimental baseado na sequência didática, ou seja, baseado no desenho, na produção, na observação e na análise das sequências de ensino;
- possuir diferenças na forma de registro e nos métodos de validação usados. A engenharia didática possui uma validação interna, resultante da comparação entre a análise a priori e a posteriori;
- apresentar inúmeros objetos de pesquisa, como: a aprendizagem de um conceito; aprendizagem de métodos; aplicação de estratégias didáticas globais etc.

O autor também destaca a estrutura da Engenharia Didática em quatro fases sequenciais, que são:

- 1) análises preliminares;

- 2) concepção e análise a priori;
- 3) experimentação;
- 4) análise a posteriori e validação.

A seguir, apresentaremos cada etapa da engenharia didática.

5.4.1 Análises preliminares

De acordo com Machado (2010), a primeira fase da engenharia didática se baseia em quatro análises preliminares mais frequentes:

- análise epistemológica dos tópicos presentes no plano de ensino;
- análise do ensino regular e seus efeitos;
- análise da compreensão dos estudantes e suas dificuldades ou obstáculos que assinalam seu desenvolvimento;
- análise do campo resignado no qual se estabelecerá a atividade didática e os objetivos da pesquisa.

Nesta pesquisa, tratamos da análise epistemológica quando apresentamos, na fundamentação teórica, os conceitos referentes a Estatística, a programação em R e suas implicações no ensino.

A análise do ensino regular e seus efeitos também foi realizada na fundamentação teórica e aborda questões como: as competências e habilidades relacionadas a Estatística na BNCC e no currículo de Pernambuco, a dificuldade dos professores em ensinar os conceitos estatísticos, os recursos didáticos utilizados no ensino de Estatística, o uso de tecnologias no ensino de conteúdos Matemáticos e, especificamente, de softwares de programação.

A análise do campo resignado, no qual se estabeleceu a atividade didática e os objetivos da pesquisa, também foi realizada para entender os recursos educacionais disponíveis — incluindo materiais de ensino e livros didáticos — com a finalidade de compreender como o conteúdo é normalmente apresentado aos alunos.

A análise da compreensão dos estudantes e das dificuldades ou obstáculos, que assinalam o desenvolvimento deles, foi realizada utilizando um pré-teste, a fim de compreender as concepções dos estudantes em relação aos conhecimentos da estatística. O pré-teste também foi importante para compor a próxima fase da engenharia (análise a priori).

A partir do pré-teste (Apêndice 1), buscamos identificar as dificuldades dos

estudantes sobre os conceitos estatísticos, bem como a aplicação do algoritmo utilizado para encontrar a média e o desvio padrão de um conjunto de dados. Para isso, elaboramos 10 questões a fim de compreender os conhecimentos que os alunos já possuíam sobre os conteúdos.

O questionário foi aplicado a 15 alunos, de uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola privada da cidade de Paulista – PE, e era composto por questões discursivas, em que os estudantes precisariam interpretar os dados e utilizar o algoritmo para encontrar os valores numéricos relacionados à média aritmética e ao desvio padrão. Além disso, os alunos precisariam compreender diferentes conceitos relacionados à média e ao desvio padrão.

Para analisar as questões do pré-teste, utilizamos a Análise Estatística Implicativa (ASI), que consiste em uma ferramenta teórica metodológica, que permite a análise de dados multidimensionais focada no conceito de implicação estatística ou, mais precisamente, sobre o conceito de quase-implicação, se diferenciando do conceito de implicação lógica dos domínios da lógica e da matemática. As aplicações do conceito de quase-implicação consistem em dimensionar um índice de implicação, o qual mede o grau de probabilidade de ocorrer uma dependência e/ou inferência entre variáveis ou classes de variáveis (Gras; Régnier; Guillet, 2009).

Para realizar a análise através da ASI, utilizamos o software CHIC (Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva) na versão 7.0, que possui funções essenciais como: “extrair de um conjunto de dados, cruzando sujeitos e variáveis (ou atributos), regras de associação entre variáveis, fornecer um índice de qualidade de associações e de representar uma estrutura das variáveis obtida por meio de regras” (Couturier *et al.*, 2004, p.1 *apud* Andrade *et al.*, 2014). Assim, o CHIC nos ajuda a determinar as relações de quase implicação entre duas variáveis, permitindo a identificação de padrões e de dependências.

As respostas coletadas nos questionários foram organizadas em uma planilha, no Microsoft Office Excel, e passaram por um tratamento de dados cuja lógica é o mapeamento de relações entre os dados representados pelos dígitos binários 0 e 1, que indicam a ausência ou a presença de um evento. Logo após a organização, importamos os dados para o software CHIC.

5.4.2 Descrição das variáveis para análise dos dados do questionário

As categorias utilizadas para analisar os dados do questionário foram definidas

na criação do teste, de acordo com as possíveis dificuldades apresentadas pelos estudantes na resolução das questões propostas. No Quadro 2, apresentamos os critérios definidos para análise e seus códigos. No Quadro 3, descrevemos as variáveis de cada questão.

Quadro 2 – Critérios de análise

Código	Descrição
C	Responder à questão de forma correta.
E	Responder à questão de forma errada.
N	Não responder à questão.

Fonte: Elaborado pela autora.

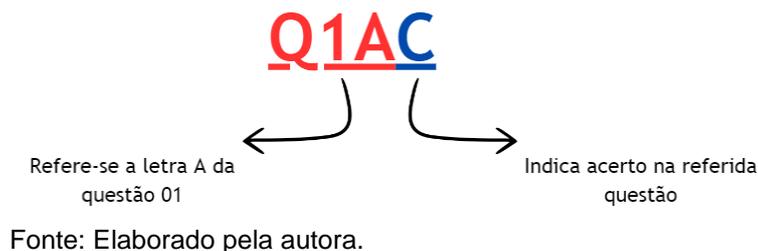
Quadro 3 – Variáveis definidas para as questões

Código	Descrição
Q1A	Questão 01 – Letra A.
Q1B	Questão 01 – Letra B.
Q2A	Questão 02 – Letra A.
Q2B	Questão 02 – Letra B.
Q3	Questão 03.
Q4A	Questão 04 – Letra A.
Q4B	Questão 04 – Letra B.
Q5	Questão 05.
Q6	Questão 06.
Q7	Questão 07.
Q8A	Questão 08 – Letra A.
Q8B	Questão 08 – Letra B.
Q9A	Questão 09 – Letra A1
Q9B	Questão 09 – Letra B.
Q10	Questão 10.

Fonte: Elaborado pela autora.

As variáveis finais foram definidas com a junção dos Quadros 1 e 2. Na Figura 18, descrevemos como se apresentarão as variáveis de cada questão e sua descrição.

Figura 1818 – Exemplo das variáveis analisadas.



Utilizando como base o modelo descrito acima, seguimos esse padrão para as 10 questões do questionário. Durante a criação da tabela e da análise dos dados, colocamos 1 quando, na resolução da questão, o estudante cumpria aquele critério e 0 quando não cumpria. Por exemplo, se o aluno acertou a questão 6, a variável Q6C estará marcada na planilha como 1 e a Q6E e Q6N como 0. Caso ele erre a questão 8, então a variável Q8E estará marcada como 1 e Q8C e Q8N como 0.

5.4.3 Concepção e análise a priori

É nesta etapa em que ocorre o planejamento da intervenção didática, com base nas análises prévias, e antecipa-se possíveis resultados e desafios que podem surgir durante a experimentação (fase 3). Dessa forma, esta etapa engloba a criação de uma série de atividades destinadas ao ensino do conceito matemático em questão. Além disso, é também o momento de antecipar as possíveis reações dos alunos a essas atividades e elaborar estratégias para lidar com qualquer intercorrência que possa surgir.

É durante esta fase também que o pesquisador prepara os instrumentos necessários para registrar as respostas dos alunos, as observações do professor e outros dados relevantes para a análise da experimentação. Estes registros podem incluir planilhas de observação, gravações de vídeo, trabalhos escritos dos alunos, entre outros, que serão posteriormente utilizados para comparação durante a análise a posteriori.

De acordo com Machado (2010), nesta etapa também descreve-se o método de intervenção do investigador sobre uma específica quantidade de variáveis do sistema não fixadas, chamadas variáveis de comando, que o pesquisador presume serem relevantes para o problema em estudo. A autora ainda destaca a diferenciação de dois tipos de variáveis de comando: 1) as variáveis globais (ou macrodidáticas), relacionadas à estrutura global da engenharia; 2) as variáveis locais (ou microdidáticas), relacionadas a uma sessão ou fase específica da engenharia. Assim, tanto as variáveis globais quanto as variáveis locais devem ser cuidadosamente

consideradas para estruturar a experiência de ensino. No âmbito macrodidático desta pesquisa, delineamos os problemas de ensino de Estatística e organizamos a sequência didática de acordo com o que é estipulado nos documentos oficiais. Já no âmbito microdidático, é possível ressaltar as características de cada etapa da sequência didática e a seleção dos recursos didáticos utilizados para o ensino.

5.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Foram utilizadas três formas de registro das atividades desenvolvidas pelos participantes da pesquisa: o registro escrito (pré-teste e questionário aplicado a pós a engenharia didática), vídeo-gravações realizadas durante todas as atividades propostas e o backup das atividades desenvolvidas pelos estudantes no Posit Cloud. Os resultados do desenvolvimento das atividades da sequência ficaram armazenados em uma nuvem e os grupos participantes disponibilizaram o login e a senha utilizada para que tivéssemos acesso aos dados.

5.6 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas nesta pesquisa foram divididas em oito momentos com duas aulas de 50 minutos cada. No primeiro momento com os estudantes, explicamos como iria ocorrer a pesquisa, quais os riscos e benefícios e solicitamos que os estudantes assinassem o TALE e o TCLE.

No segundo momento, os estudantes realizaram um pré-teste que, como dito anteriormente, serviu para a construção da sequência de atividades propostas. A partir dos resultados analisados no pré-teste, criamos a sequência de atividades descritas, no Quadro 4, a qual foi dividida em quatro momentos.

Quadro 4 – Descrição das atividades e dos comportamentos esperados pelos estudantes

Atividade	Duração	Descrição da atividade	Comportamentos esperados
1	2 aulas de 50 minutos cada	Contato inicial com o RStudio e a linguagem de programação em R, realizando operações matemáticas básicas, utilizando algumas funções matemáticas já prontas e criando algumas estruturas de dados no RStudio.	<ul style="list-style-type: none"> • Interesse em explorar a interface do RStudio. • Desejo de experimentar comandos básicos para entender como o programa responde. • Tentativa de modificar os exemplos apresentados ou criar variações simples, como mudar números em operações matemáticas. • Cometer pequenos erros ao digitar os comandos.
2	2 aulas de 50 minutos cada	Cálculo da média e do desvio padrão das alturas dos estudantes na sala. Os estudantes utilizaram o papel para fazer os cálculos, sem uso da calculadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade em aplicar as fórmulas matemáticas, principalmente a do desvio padrão.
3	2 aulas de 50 minutos cada	Os estudantes realizaram a atividade anterior no software Rstudio, utilizando os comandos aprendidos na atividade 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Cometer pequenos erros, como digitar comandos incorretamente ou esquecer parênteses, aspas ou vírgulas. • Desejo de confirmar se os valores calculados no RStudio coincidem com os obtidos manualmente. • Os estudantes podem se empolgar ao ver como o software facilita os cálculos, tornando o processo mais rápido e preciso. Ou podem se frustrar, caso encontrem dificuldades técnicas ou não entendam como o software funciona.

			<ul style="list-style-type: none"> • Podem ir além da atividade proposta, tentando aplicar outros comandos ou calcular estatísticas diferentes.
4	2 aulas de 50 minutos cada.	Atividade para criar uma matriz com a nota de 10 estudantes. Os participantes devem organizar os dados, renomear as linhas e colunas das tabelas e calcular a média final de cada estudante.	<ul style="list-style-type: none"> • Podem surgir problemas como esquecer vírgulas, parênteses ou aspas ao criar a matriz ou nomear linhas e colunas. • Alguns podem demonstrar frustração ao lidar com erros ou se não entenderem o processo. • Comparação das médias finais calculadas pelo software, discutindo se os resultados fazem sentido em relação às notas inseridas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Após vivenciar as quatro atividades, na última etapa, os estudantes receberam um questionário de avaliação dessa sequência, deixando registrados suas impressões, pontos positivos e dificuldades apresentadas durante a execução das atividades.

5.6.1. Experimentação

Nesta etapa da engenharia didática acontece a aplicação das atividades planejadas na etapa anterior. É nesse momento que há o contato do pesquisador com os estudantes no ambiente em que será realizada a sequência de atividades. Nesta pesquisa o professor e o pesquisador são a mesma pessoa.

Como descrito anteriormente, os participantes da pesquisa são os estudantes de uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola da rede privada de Pernambuco; a sequência de atividades será aplicada no laboratório de informática, que possui seis chormebooks, durante a disciplina eletiva, que acontece nas segundas-feiras de 17h00 às 18h40.

Os alunos foram divididos em trios para que todos possam utilizar os

chromebooks e para que haja interação entre eles. Vale ressaltar que os trios foram distribuídos de acordo com o resultado apresentado no pré-teste, agrupando, assim, os alunos que tiveram um grau de dificuldade próximo. Destacamos também que, apesar de todos os alunos da turma poderem participar, consideramos, para os resultados da pesquisa, apenas os alunos que estiveram presentes em todas as atividades (um dia do pré-teste, quatro dias da sequência didática e um dia do questionário de avaliação).

Nas etapas realizadas com o computador, cada grupo teve acesso a um chromebook com acesso a internet, nós utilizamos nosso computador próprio e guiamos as atividades utilizando também o projetor disponível na sala.

5.6.2 Análise a posteriori e validação

Nesta última fase da engenharia didática, o foco é analisar os resultados das experimentações realizadas na fase anterior. Essa análise é feita por meio de uma comparação dos resultados dos testes realizados pelos estudantes antes da implementação e as hipóteses construídas na fase de análise a priori. De acordo com Artigue (1996), é no confronto entre essas duas análises, a priori e a posteriori, que essencialmente se fundamenta a validação das hipóteses envolvidas na investigação.

Para que ocorra de fato a validação, são considerados todos os dados obtidos na experimentação por meio dos instrumentos de coleta de dados ou qualquer outra ferramenta que for pertinente à utilização.

De acordo com a organização desta dissertação, os resultados da análise a posteriori e da validação serão apresentados no capítulo referente a análise de dados e nas considerações finais.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentaremos a análise dos dados da pesquisa. Para isso, a realizaremos em duas partes: a primeira se refere a uma análise estatística implicativa, a fim de compreender as relações de implicações entre as questões apresentadas no pré-teste aplicado e as dificuldades que os estudantes possuem em Estatística. Em seguida, analisaremos as etapas da sequência didática desenvolvida a partir da questão levantada: a utilização de uma linguagem de programação em R pode auxiliar na construção de conhecimentos estatísticos e na realização dos cálculos referentes a média e o desvio padrão em uma turma do 3º ano do ensino médio?

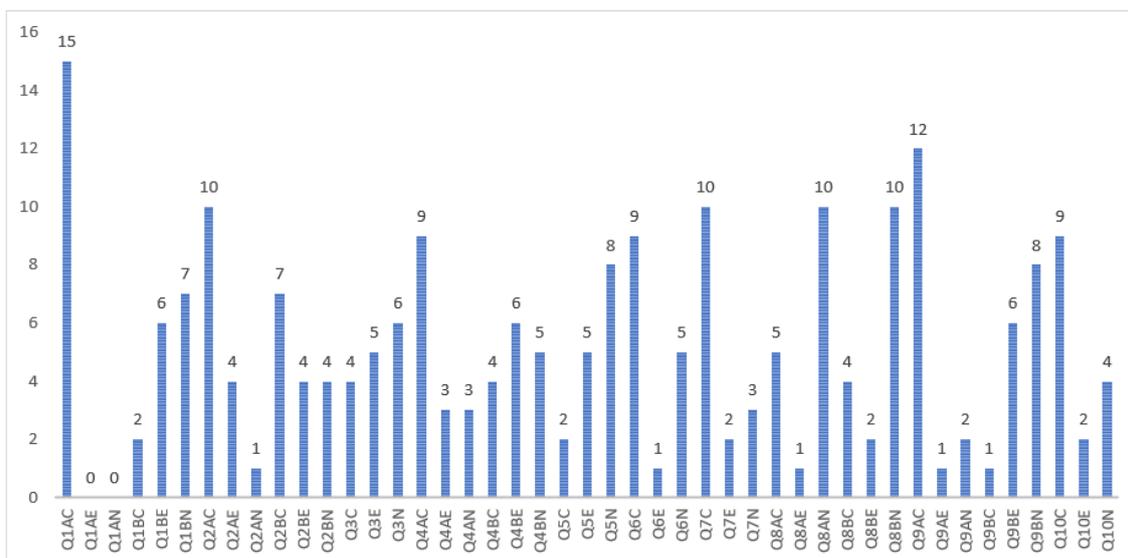
Para realizar essa análise, confrontaremos as hipóteses levantadas nas concepções e análise a priori, bem como o referencial teórico apresentado no capítulo 2 deste trabalho.

6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PRÉ-TESTE

A análise das questões do pré-teste foi realizada com base na Análise Estatística Implicativa (ASI), com o objetivo de identificar as relações de implicação entre as questões. Antes de aplicarmos a ASI e utilizarmos o software CHIC para processar os dados, realizamos uma análise descritiva preliminar. Essa etapa foi essencial para destacar alguns resultados relevantes, que não aparecem na análise implicativa, pois, ao importar a planilha do Microsoft Excel para o CHIC, as colunas compostas exclusivamente por valores zero foram excluídas, já que o software apresenta erros ao incluir variáveis sem variabilidade. Como ressalta Régnier e Andrade (2023), a estatística é a ciência da variabilidade. Sem variabilidade não faz sentido pensar em estatística.

O pré-teste foi composto por 10 questões abertas e, em alguns casos, com duas perguntas dentro de cada questão. Os resultados obtidos foram importantes para a construção da sequência de atividades desenvolvidas após esse momento. O questionário foi respondido por 15 alunos de forma individual, no tempo máximo de duas aulas de 50 minutos cada, utilizando apenas lápis, papel, caneta e borracha. Os resultados obtidos foram colocados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Total de resultados por variável



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisarmos os dados do Gráfico 1, destacamos principalmente as colunas que resultam em zero, pois indicam que nenhum aluno cumpriu esse critério. Para exemplificar: o valor 15 no critério Q1AC indica que 15 estudantes obedeceram a esse critério. Ou seja, 15 estudantes acertaram a letra A da questão 1. O número zero, nos critérios Q1AE e Q1AN, indica que nenhum estudante errou ou deixou de responder a letra A da questão 1, referente ao cálculo da média de um conjunto de dados com números naturais apresentados em uma tabela.

Por outro lado, é importante destacar que a questão 3 (Q3) também aborda o cálculo da média, mas a variável Q3C teve um número menor de acertos (apenas quatro) em comparação à Q1C. Destacamos dois fatores que podem levar a esse resultado: (1) os valores apresentados na questão são números decimais, o que pode ter influenciado o desempenho, pois, como destaca Jucá (2008), os estudantes possuem dificuldades ao lidarem com operações envolvendo números decimais. (2) a questão também aborda um conceito diferente da média aritmética, relacionado à estimativa de um valor. Como destaca Cazorla e Santana (2006), alguns estudantes têm domínio do algoritmo da média, mas apresentam dificuldades de compreensão acerca dos seus diversos aspectos conceituais.

Outro resultado relevante diz respeito às questões relacionadas ao cálculo do desvio padrão. A questão Q1 apresenta dados em uma tabela com números naturais. Todos os alunos acertaram a letra A (Q1A), que pedia o cálculo da média. Na letra B

(Q1B), tínhamos o cálculo do desvio padrão dos mesmos dados. Apenas dois estudantes conseguiram acertar a letra B, enquanto os outros 13 erraram ou não responderam. Na questão 9B, tínhamos o cálculo do desvio padrão de dados com números naturais apresentado em um gráfico. Apenas um estudante acertou a letra B da questão 9, enquanto os outros 14 também erraram ou deixaram a questão sem resposta.

Ainda dentro desse contexto, gostaríamos de destacar as variáveis relacionadas ao conceito de desvio padrão (Q6, Q7 e Q10). Com relação a Q7C, 10 estudantes atenderam a esse critério, enquanto as variáveis Q6C e Q10C foram atendidas por nove estudantes cada. Esses resultados corroboram com o que Paes (2008) destaca em seus estudos: alguns estudantes possuem dificuldade de realizar o cálculo relacionado ao desvio padrão, visto que é uma sequência de operações que possuem certo nível de complexidade e, por isso, as questões relacionadas ao seu conceito se tornam mais assertivas.

O restante da análise do pré-teste deu-se através do grafo implicativo e às relações e implicações entre as questões. Escolhemos a implicação segundo a teoria clássica e a lei binominal, também foram selecionadas as opções: nós significativos, cálculo longo e cálculo dos intervalos. Consideramos, na construção do grafo implicativo, o valor mínimo de 0,80 e os intervalos foram definidos de acordo com o quadro abaixo.

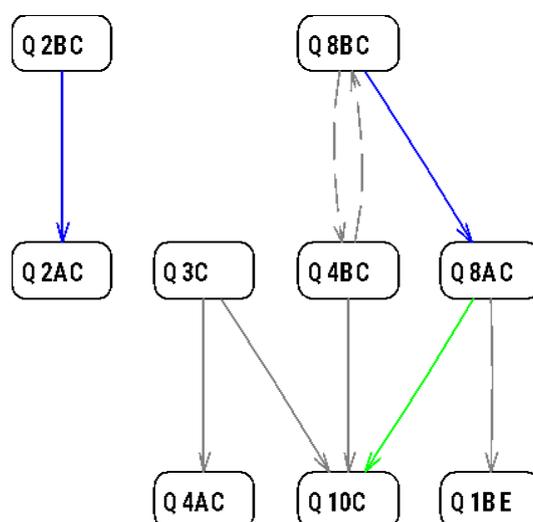
Quadro 5 – Intervalos do grafo implicativo

Intervalo	Cor
[0,80;0,85[Cinza
[0,85;0,90[Verde
[0,90;0,95[Azul
[0,95;1,00]	Vermelho

Fonte: Elaborado pela autora.

Para realizar as análises, geramos os grafos utilizando o modo cone com a finalidade de observar como as questões se relacionam. Através do modo cone, foi possível selecionar uma ou mais variáveis e observar as variáveis relacionadas com essa(s). Na primeira análise, destacada na Figura 19, buscamos encontrar relações entre os estudantes que acertaram as questões envolvendo os cálculos da média.

Figura 1919 – Grafo implicativo modo cone (variáveis Q1AC, Q2AC, Q2BC, Q3C, Q4AC, Q4BC, Q5C, Q8AC e Q9AC)



Fonte: Elaborado pela autora.

Para produzir o grafo acima, selecionamos (usando o modo cone do CHIC, versão 7.0) as variáveis Q1AC, Q2AC, Q2BC, Q3C, Q4AC, Q4BC, Q5C, Q8AC e Q9AC, pois são referentes ao acerto do cálculo da média. Apresentamos, a seguir, as análises das relações de implicações observadas no grafo da Figura 19.

Q2BC \Rightarrow Q2AC

Essa relação de quase implicação indica que quem acertou a questão 2B tem uma tendência a acertar a questão 2A. Desta forma, para os que responderam o questionário, a questão 2B apresenta um nível de complexidade maior do que a Q2A³. A letra B (2B) aborda o cálculo de um valor desconhecido através do valor médio dado. Enquanto a letra A (Q2A), da questão 2, envolve o cálculo da média de um conjunto de dados. Em seus estudos, Rio (2017) pontuou que a inversão do algoritmo do cálculo da média é uma tarefa que, normalmente, se apresenta como complicada para os alunos.

Q8BC \Leftrightarrow Q4BC

Nessa outra relação, produzida pelo grafo, é possível observar uma relação de quase equivalência. O que indica que os estudantes que acertaram a questão 8B têm uma

³ Em geral, quem acerta uma questão mais difícil tem uma maior probabilidade de acertar uma questão mais fácil.

tendência a acertar a questão 4B, assim como a recíproca é verdadeira. A 8B envolve o conceito de média, enquanto a 4B envolve o cálculo da média a partir da adição de mais um valor no conjunto de dados. Assim, sugere-se que os estudantes que compreendem o conceito (Q8BC), também conseguem aplicá-lo em um cenário prático e específico (Q4BC) e vice-versa.

Q3C \Rightarrow Q4AC

Os estudantes que acertaram a questão 3, que envolve o cálculo da média com números decimais, tendem também a acertar a letra A da questão 4, que envolve encontrar um valor desconhecido de uma distribuição com base na média fornecida. Consideramos a questão 3 como a de maior nível de complexidade, pois apresenta dois fatores que podem levar ao erro: (1) todos os números são decimais, o que pode gerar erros nas operações, e (2) a informação necessária para calcular a média não é explicitamente solicitada. Em vez disso, os tempos de reação de motoristas são apresentados, e o estudante deve identificar que a melhor estimativa do valor de reação é a média desses tempos.

Como já destacamos anteriormente, a pesquisa de Cazorla e Santana (2006) e a de Jucá (2008), citadas anteriormente, ajudam a contextualizar os desafios observados na resolução das questões analisadas.

Q4BC \Rightarrow Q10C

A relação de quase implicação entre acertar a Q4B e também acertar a Q10 indica que a questão relacionada ao cálculo da média, a partir da adição de mais um valor no conjunto de dados (Q4B), tem um nível de complexidade maior do que uma questão que envolve o conceito do desvio padrão (Q10). Essa relação indica que os estudantes possuem mais familiaridade em compreender o conceito relacionado ao desvio padrão do que realizar variações no algoritmo da média aritmética.

Q8AC \Rightarrow Q1BE

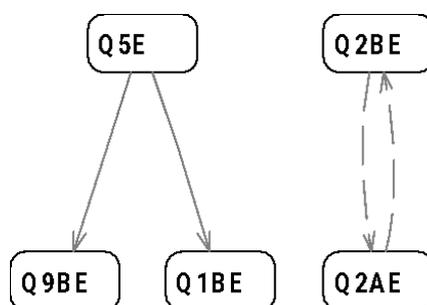
Os estudantes que acertam a letra A da questão 8 tendem a errar a letra B da questão 1. Embora ambas as questões apresentem dados como números naturais organizados em uma tabela, elas possuem abordagens distintas: a Q8A exige o cálculo da média a partir de um conjunto de dados, enquanto a Q1B aborda o cálculo do desvio padrão. Essa relação reforça que os estudantes demonstram maior familiaridade com o cálculo da média em comparação ao desvio padrão, tornando a letra A, da questão 8, um nível de complexidade menor que a letra B da questão 1.

Q8AC \Rightarrow Q10C

Nessa relação, conseguimos observar que os estudantes que acertaram a Q8A, que aborda a média de dados com números naturais, tendem a acertar a questão que envolve a aplicação do conceito de desvio padrão. Essa relação de quase implicação sugere que, embora os estudantes enfrentem dificuldades para desenvolver o algoritmo necessário para o cálculo do desvio padrão (em outras questões deste teste), eles conseguem compreender questões relacionadas aos conceitos dessa medida (Q10C). Assim, as questões relacionadas a aplicação do algoritmo da média têm um nível de complexidade maior do que as questões relacionadas ao conceito do desvio padrão, como já havíamos destacado em uma relação anterior.

Para compreender as próximas relações, utilizamos o modo cone nas variáveis que envolvem erro do cálculo da média e selecionamos a Q2AE, Q2BE, Q3E, Q4AE, Q4BE, Q5E, Q8AE e Q9AE. O resultado dessa implicação foi destacado na Figura 20.

Figura 2020 – Grafo implicativo modo cone (variáveis Q2AE, Q2BE, Q3E, Q4AE, Q4BE, Q5E, Q8AE e Q9AE)



Fonte: Elaborado pela autora.

Apresentamos, a seguir, a análise das relações de implicações observadas no grafo da figura 20.

Q5E \Rightarrow Q9BE e Q5E \Rightarrow Q1BE

A Q5 é referente ao cálculo da média com dados agrupados em intervalos de classe, enquanto a Q9B e a Q1B são questões referentes ao cálculo do desvio padrão. Huillca e Cruz (2020) destacam, em seus estudos, que os estudantes normalmente possuem uma dificuldade na apresentação de dados em intervalos de classe. Porém, apesar disso, o resultado do grafo nos traz que as questões envolvendo o cálculo do desvio padrão (Q9B) e (Q1B) apresentam um nível de dificuldade maior que a Q5.

Q2BE \Leftrightarrow Q2AE

Observamos uma relação de quase equivalência. Quem erra a questão 2B tem uma tendência a errar a questão 2A, como também quem erra a questão 2A tem uma tendência a errar a questão 2B. A Q2A aborda o cálculo da média com números negativos apresentados em uma tabela. Nesse contexto, alguns elementos específicos podem levar ao erro, como a presença do zero, a inclusão de números negativos e o formato tabular dos dados. Cazorla (2002), em pesquisa com estudantes universitários, observou que, ao calcular a média, muitos desconsideravam um novo valor igual a zero, ignorando sua inclusão no algoritmo da média. Esse mesmo comportamento também foi identificado por Strauss e Bichler (1998 *apud* Batanero, 2000) em crianças de 8 a 14 anos.

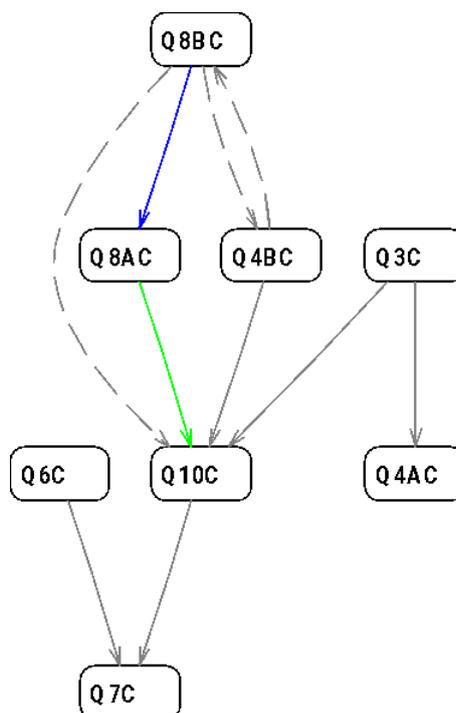
Por outro lado, a Q2B requer que o estudante encontre um valor desconhecido em um conjunto de dados para atingir uma média já fornecida. Nesse caso, Cai (1995) destacou que, embora muitos estudantes consigam aplicar corretamente o algoritmo para calcular a média, poucos demonstram habilidade para trabalhar com valores desconhecidos em conjuntos menores de dados. Esses resultados sugerem que, embora o cálculo da média seja compreendido, as nuances associadas à interpretação de elementos como o zero, números negativos ou o uso inverso do algoritmo para determinar valores específicos ainda representam desafios para os estudantes.

Ao gerar o grafo implicativo considerando as variáveis referentes ao acerto do cálculo do desvio padrão (Q1BC e Q9BC), dentro os intervalos selecionados, não foi encontrada nenhuma relação de implicação entre as variáveis. Testamos o caso de diminuir o intervalo e considerar a partir do 0,70 e, mesmo assim, não encontramos relações entre as variáveis. Observando que a intensidade de implicação Q1BC \rightarrow Q9BC é de 0,59, valor não significativo do ponto de vista estatístico.

Ao gerar os grafos implicativos selecionando o modo cone com as variáveis relativa ao erro do cálculo do desvio padrão (Q1BE, Q9BE) e com as variáveis envolvendo o erro do conceito de média e desvio padrão (Q3E, Q6E, Q7E, Q8BE, Q10E) não encontramos nenhuma relação de implicação que fosse necessária destacar.

Geramos um grafo implicativo utilizando o modo cone com as variáveis que indicam o acerto no conceito da média e do desvio padrão. Para isso, selecionamos as variáveis Q3C, Q6C, Q7C, Q8BC, Q10C.

Figura 2121 – Grafo implicativo modo cone (variáveis Q3C, Q6C, Q7C, Q8BC, Q10C)



Fonte: Elaborado pela autora.

Q8BC \Rightarrow Q8AC

A relação de quase implicação entre acertar a Q8B (referente ao conceito da média) e também acertar a Q8A (referente ao cálculo da média) aponta que a Q8B tem um nível de complexidade maior que Q8A. Assim, esse resultado reforça o que foi dito por Cazorla e Santana (2006), que alguns estudantes têm domínio do algoritmo da média, mas apresentam dificuldades de compreensão acerca dos seus diversos aspectos conceituais.

Q6C \Rightarrow Q7C e Q10C \Rightarrow Q7C

Dentre as relações observadas, destacamos que os estudantes que acertam as questões 6 e 10 tendem também a acertar a questão 7. Essas três questões abordam conceitos relacionados ao desvio padrão e os seus dados foram apresentados por meio de tabelas. Essa relação de quase implicação reforça o discurso apresentado em relações anteriores que, embora os estudantes enfrentem dificuldades em realizar os cálculos necessários para determinar o valor do desvio padrão, eles demonstram uma boa compreensão de seus aspectos conceituais.

As relações entre as variáveis Q8BC \Leftrightarrow Q4BC, Q8AC \Rightarrow Q10C, Q4BC \Rightarrow Q10C e Q3C \Rightarrow Q4AC já foram desenvolvidas no grafo da Figura 19 e, por esse motivo, não

foram comentadas novamente.

A partir das questões propostas no pré-teste, conseguimos identificar que os estudantes possuem uma maior dificuldade em resolver questões relacionadas ao cálculo do desvio padrão do que a interpretação do seu conceito. Em relação à média, as dificuldades surgiram quando os dados foram apresentados em intervalos de classe, quando envolviam outros conceitos de média ou a inversão do algoritmo.

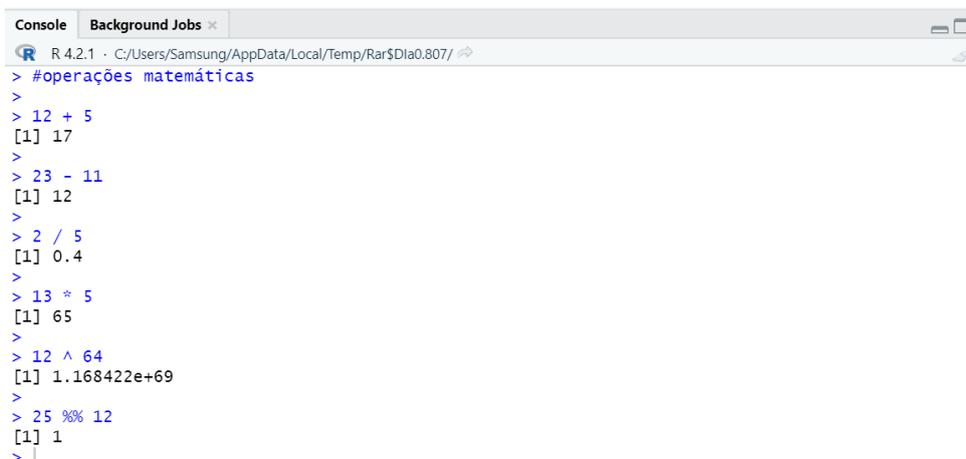
6.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Para realizar as atividades propostas, os estudantes se dividiram em cinco grupos de três alunos cada. Chamaremos esses grupos de “A”, “B”, “C”, “D” e “E” para melhor identificá-los. Para realizar a análise das atividades desenvolvidas, separamos os seguintes tópicos de acordo com cada atividade.

Atividade 1: na primeira atividade, os estudantes tiveram o primeiro contato com o software RStudio. Como utilizamos o *Posit Cloud*, não houve a necessidade do processo de instalação do software no computador. Os estudantes criaram uma conta utilizando um e-mail e uma senha escolhida por eles e foi acordado que, posteriormente, os dados de login seriam nos passados.

Inicialmente, fizemos uma breve explanação de cada quadrante do programa e das suas principais funções. Em seguida, a atividade inicial foi dividida em três partes: na primeira, mostramos como realizar algumas operações matemáticas simples utilizando a linguagem R; já a segunda parte, consistiu-se em utilizar algumas funções matemáticas já prontas do R e, por fim, na terceira parte, os alunos aprenderam a criar vetores e listas. A Figura 22 demonstra os resultados do grupo A sobre a primeira parte da atividade.

Figura 2222 – Resultados do grupo A na primeira parte da atividade 1

A screenshot of an R console window. The window title is "Console" and "Background Jobs". The path shown is "R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar\$Dia0.807/". The console output shows a series of commands and their results:

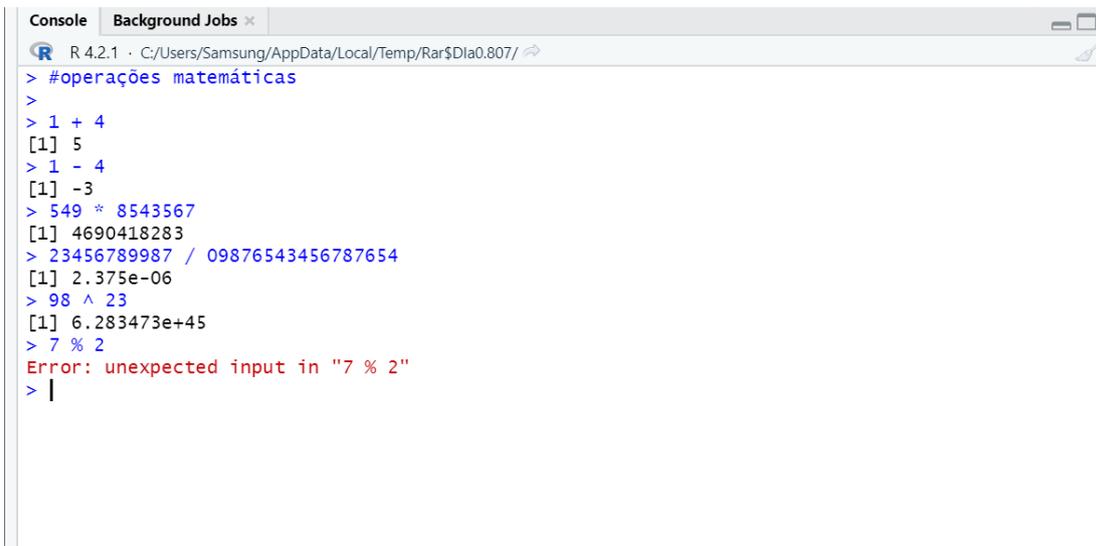
```
> #operações matemáticas
>
> 12 + 5
[1] 17
>
> 23 - 11
[1] 12
>
> 2 / 5
[1] 0.4
>
> 13 * 5
[1] 65
>
> 12 ^ 64
[1] 1.168422e+69
>
> 25 %% 12
[1] 1
>
|
```

Fonte: Frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

O grupo A conseguiu executar os comandos que demonstramos de forma coerente e, em seguida, testou outros valores para compreender melhor os comandos utilizados. Como destacamos no Quadro 4 (que faz parte análise a priori), é um comportamento esperado devido a curiosidade dos estudantes de explorar o software. O grupo B realizou a atividade de forma semelhante ao grupo A, digitando corretamente os comandos e exemplos sugeridos.

O grupo C também executou bem os comandos determinados, mas no comando “%%”, que determina o resto da divisão, os estudantes colocaram apenas um “%”, o que ocasionou o erro, que logo em seguida foi corrigido pelo grupo. Como destacamos no Quadro 4, o erro cometido é esperado devido aos estudantes não terem familiaridade com o software.

Figura 2323 – Resultado do grupo C na primeira parte da atividade 1



```

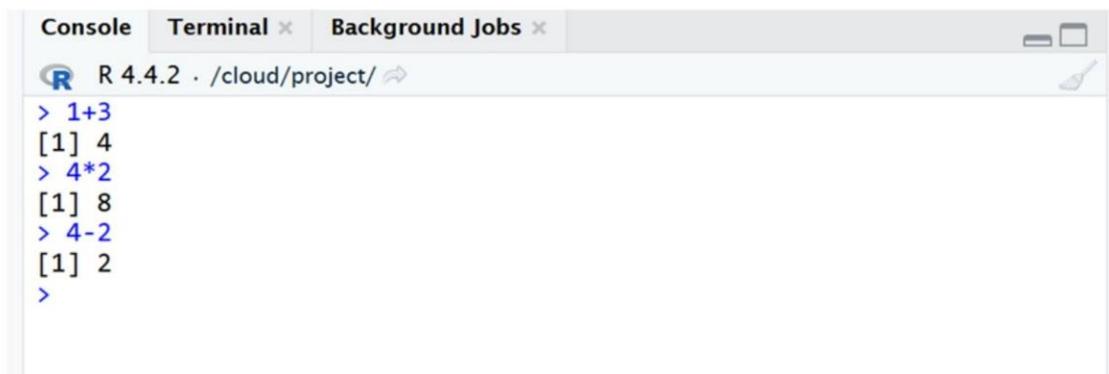
Console | Background Jobs x
R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.807/
> #operações matemáticas
>
> 1 + 4
[1] 5
> 1 - 4
[1] -3
> 549 * 8543567
[1] 4690418283
> 23456789987 / 09876543456787654
[1] 2.375e-06
> 98 ^ 23
[1] 6.283473e+45
> 7 % 2
Error: unexpected input in "7 % 2"
> |

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

O grupo E concluiu parcialmente a atividade e demonstrou dificuldade para executar alguns comandos. Esse comportamento também é esperado, visto que o primeiro contato com o software causa estranheza aos estudantes.

Figura 2424 – Resultado do grupo E na primeira parte da atividade 1



```

Console | Terminal x | Background Jobs x
R 4.4.2 · /cloud/project/
> 1+3
[1] 4
> 4*2
[1] 8
> 4-2
[1] 2
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Para a parte dois, da primeira atividade, apresentamos algumas funções matemáticas já prontas no R, e pedimos que eles executassem os comandos para encontrar o logaritmo de um número, a raiz quadrada, o seno, o cosseno, a tangente e o comando *round*, utilizado para arredondar valores.

Com relação a essa segunda parte da atividade 1, podemos destacar que todos os grupos conseguiram executar os comandos que demonstramos. Durante a atividade, os alunos buscavam ampliar os exemplos e testar o mesmo comando com

outros valores. Utilizamos os resultados do grupo B, na Figura 25, para exemplificar as atividades que foram propostas.

Figura 2525 – Resultado do grupo B sobre a segunda parte da atividade 1

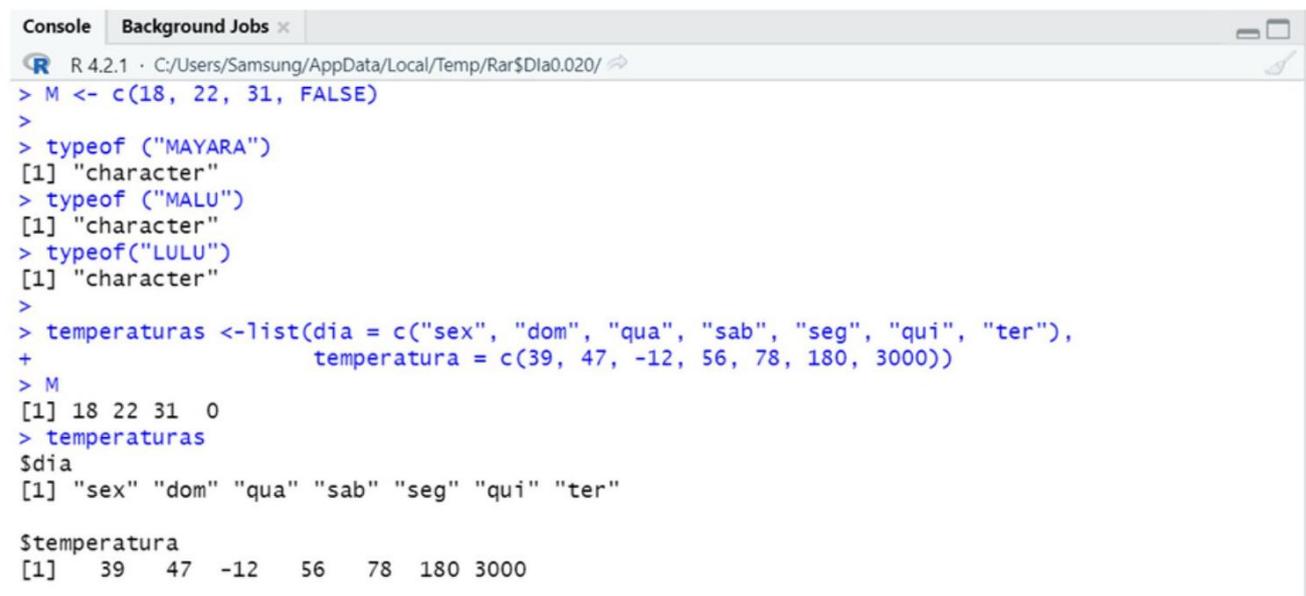


```
Console Background Jobs x
R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.807/
> #funções matematicas
>
> log10(345474)
[1] 5.538415
>
> log(43, 2)
[1] 5.426265
>
> sqrt(6464564654)
[1] 80402.52
>
> round(sqrt(875),0)
[1] 30
>
> sin(8765)
[1] -0.04348979
>
> round(sin (479), 0)
[1] 1
>
> sin(479)
[1] 0.9956898
>
> cos(6868776463)
[1] 0.8771676
> round(cos(6868776463), 0)
[1] 1
> |
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Para finalizar a primeira etapa da sequência, os estudantes aprenderam um pouco sobre as principais estruturas de dados do R. Assim, orientamos os estudantes a construir vetores e listas, que são estruturas de dados no R utilizados para organizar informações. Na Figura 26, temos o resultado do grupo B na atividade proposta.

Figura 2626 – Resultados dos grupos B sobre a terceira parte da atividade 1



```

R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.020/
> M <- c(18, 22, 31, FALSE)
>
> typeof("MAYARA")
[1] "character"
> typeof("MALU")
[1] "character"
> typeof("LULU")
[1] "character"
>
> temperaturas <- list(dia = c("sex", "dom", "qua", "sab", "seg", "qui", "ter"),
+                       temperatura = c(39, 47, -12, 56, 78, 180, 3000))
> M
[1] 18 22 31 0
> temperaturas
$dia
[1] "sex" "dom" "qua" "sab" "seg" "qui" "ter"

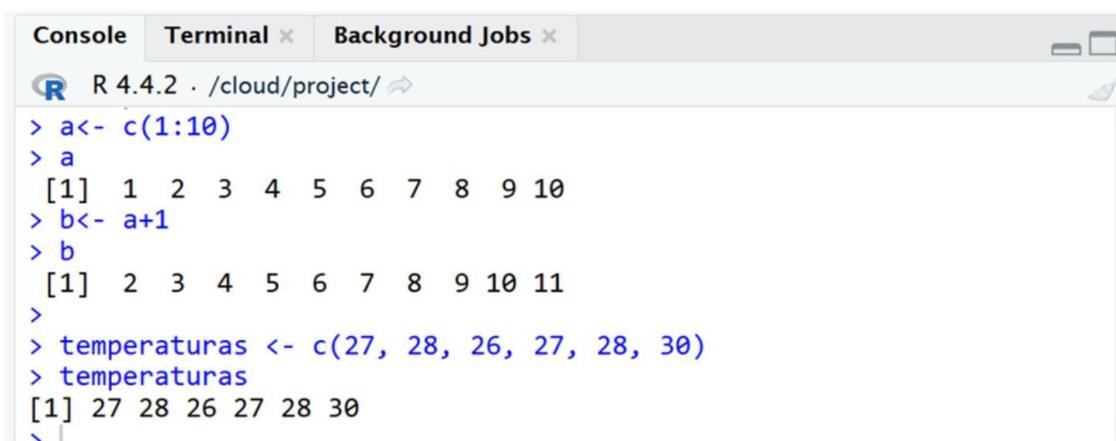
$temperatura
[1] 39 47 -12 56 78 180 3000

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Os grupos B e D, além de concluírem o que propusemos, utilizaram a função *typeof*, que foi apenas mencionada. Essa função retorna os tipos de dados presentes naquele conjunto. Os grupos A e C também concluíram a atividade e os comandos propostos de forma coerente. O grupo E demonstrou dificuldade para executar os comandos e finalizou a atividade de forma incompleta, como demonstra a Figura 27.

Figura 2727 – Resultados do grupo E sobre a terceira parte da atividade 1



```

R 4.4.2 · /cloud/project/
> a<- c(1:10)
> a
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
> b<- a+1
> b
[1] 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
>
> temperaturas <- c(27, 28, 26, 27, 28, 30)
> temperaturas
[1] 27 28 26 27 28 30
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Consideramos que esse primeiro contato com o software é essencial para que os estudantes consigam desenvolver com autonomia as atividades seguintes.

Atividade 2: Após terem o primeiro contato com o software, na segunda etapa da

sequência, os estudantes se subdividiram em três grupos e calcularam a média e o desvio padrão das alturas de cada grupo. Para isso, eles fizeram uso de uma fita métrica, que disponibilizamos, anotaram os dados e utilizaram apenas lápis, caneta e papel. Durante essa atividade e a atividade três, chamaremos os grupos de 1, 2 e 3 para melhor compreensão dos resultados. As Figuras 28, 29 e 30 destacam os resultados obtidos pelos grupos.

Observando a Figura 28, é possível perceber que os estudantes não tiveram dificuldade em calcular a média das alturas dos quatro alunos do grupo. Além disso, os estudantes demonstram saber como encontrar o desvio padrão de um conjunto de dados, mas erraram na execução do cálculo da variância. Além disso, ao calcular o desvio padrão, os estudantes não extraíram o valor da raiz quadrada, o que pode evidenciar uma dificuldade em encontrar a raiz quadrada de números decimais. Como evidenciou Paes (2008), sobre o cálculo do desvio padrão ser complexo por envolver uma sequência de operações que possuem certo nível de dificuldade.

Figura 2828 – Resultados do grupo 1 na atividade 2

The image shows a student's handwritten work on lined paper. The calculations are as follows:

$$\frac{1,56 + 1,54 + 1,76 + 1,78}{4}$$

$$\text{Média: } \frac{6,64}{4} = 1,66$$

$$dp = \sqrt{\text{var}}$$

$$\frac{1,56^2 + 1,54^2 + 1,76^2 + 1,78^2}{4}$$

$$\frac{2,43 + 2,37 + 3,09 + 3,17}{4}$$

$$= \frac{11,06}{4} = 2,76$$

$$dp = \sqrt{2,76}$$

Fonte: Foto retirada pela autora.

Com relação a Figura 29, podemos destacar que os estudantes também não tiveram dificuldade de encontrar a média das alturas. Porém, ao calcular o desvio padrão, destacamos que, novamente, os estudantes possuem dificuldades em encontrar a variância para depois encontrar o desvio padrão. Apesar de errarem no

mesmo ponto, os grupos 1 e 2 possuem erros diferentes. No grupo 1, os estudantes não realizaram a diferença entre cada termo e a média antes de elevar os valores ao quadrado. Já no grupo 2, os estudantes, além de errarem ao calcular a diferença entre cada termo e a média, dividiram o somatório das diferenças pelo valor da média e não pela quantidade de termos. Isso reforça o que foi dito por Paes (2008), citado anteriormente.

Figura 2929 – Resultados do grupo 2 na atividade 2

Handwritten student work for calculating mean and standard deviation:

Média

$$\frac{1,69 + 1,75 + 1,62 + 1,63 + 1,63}{5} = \frac{8,32}{5} = 1,66$$

Variação

$$\begin{aligned} 169 - 166 &= 3 \\ 175 - 166 &= 9 \\ 162 - 166 &= -4 \\ 163 - 166 &= -3 \\ 163 - 166 &= -3 \end{aligned}$$

Desvio Padrão.

$$\frac{3^2 + 9^2 + (-4)^2 + (-3)^2 + (-3)^2}{1,66} = \frac{9 + 81 + 16 + 9 + 9}{1,66} = \frac{124}{1,66} = 74,69$$

DP = $\sqrt{26,5} = 0,055$

Fonte: Foto retirada pela autora.

Com relação a Figura 30, podemos destacar que os estudantes calcularam de forma correta a média e o desvio padrão das alturas. Executaram os cálculos necessários de forma correta e encontraram o valor da média e do desvio padrão das alturas do grupo.

Figura 3030 – Resultados do grupo 3 na atividade 2

$1,81 + 1,62 + 1,52 + 1,67 + 1,91 + 1,65$
 $\frac{1018}{6} = 169,6 \approx \boxed{170} \rightarrow \text{Média}$
 $(170-181)^2 + (170-162)^2 + (170-152)^2 + (170-167)^2 + (170-191)^2 + (170-165)^2$
 $11^2 + 8^2 + 18^2 + 3^2 + 21^2 + 5^2$
 $121 + 64 + 324 + 9 + 441 + 25$
 $\frac{984}{6} = 164$
 $\sqrt{164} \approx \boxed{12,8} \rightarrow \text{Desvio}$

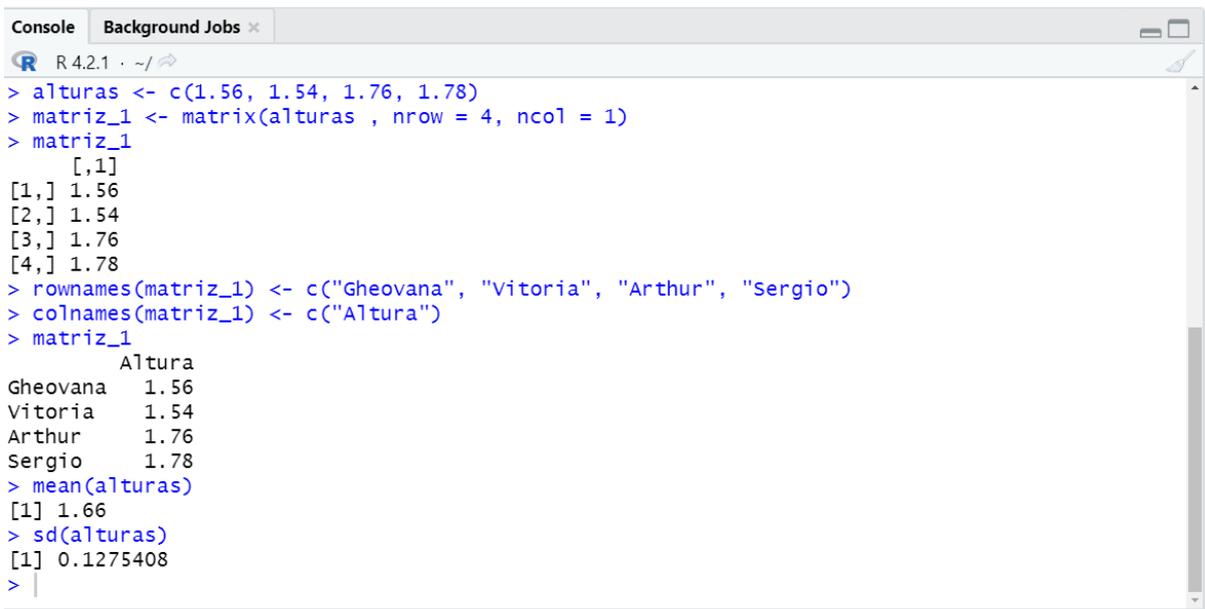
Fonte: Foto retirada pela autora.

Atividade 3: Na terceira etapa da sequência, demonstramos como criar uma matriz no RStudio, utilizando o comando *matix*, *nrow*, *ncol* e um vetor. Os comandos *nrow* e *ncol* indicam, respectivamente, o número de linhas e colunas da matriz que se deseja criar.

Assim, os estudantes criaram um vetor no RStudio com os valores das alturas encontrados durante a atividade anterior e, em seguida, utilizaram o comando *matrix* para organizar esses dados, determinando o número de linhas e colunas de cada matriz. Além disso, demonstramos como utilizar os comandos *rownames* e *colnames* para renomear, respectivamente, as linhas e as colunas da matriz.

Durante esse momento, solicitamos aos grupos que comparassem o resultado encontrado na atividade 2 com o resultado encontrado nesta etapa. A figura 31 demonstra o resultado do grupo 1.

Figura 31 31– Resultados do grupo 1 na atividade 3

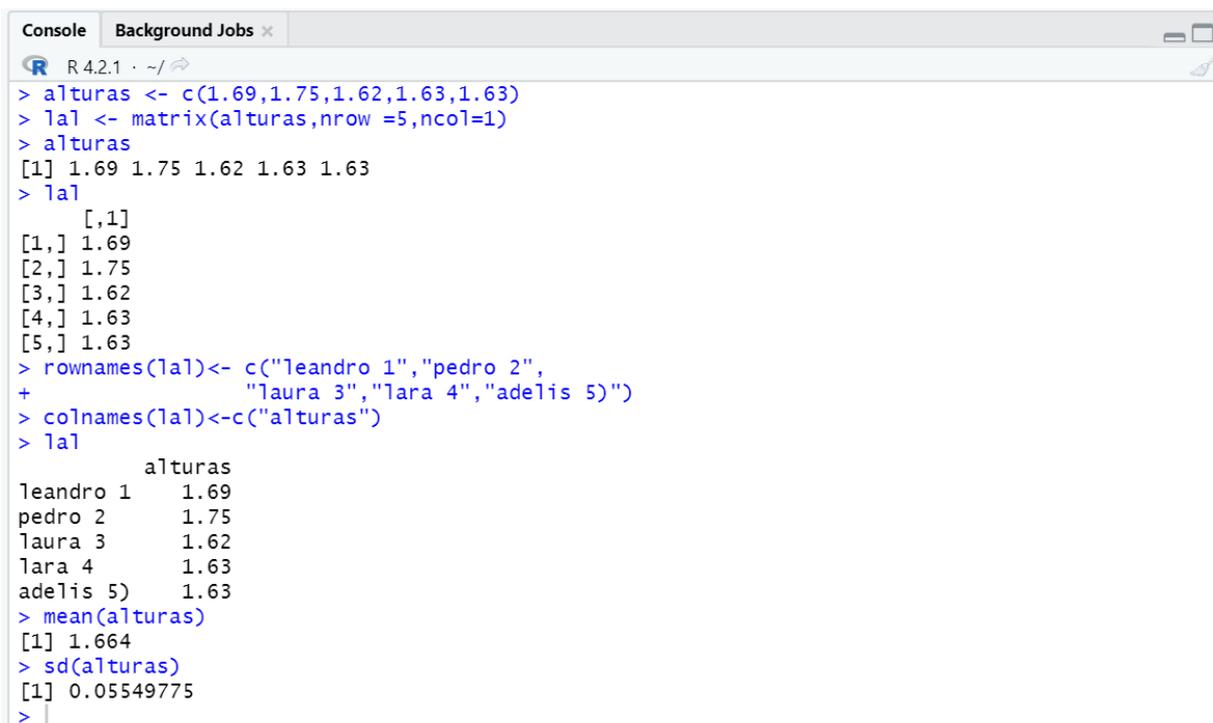


```
Console Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/
> alturas <- c(1.56, 1.54, 1.76, 1.78)
> matriz_1 <- matrix(alturas , nrow = 4, ncol = 1)
> matriz_1
      [,1]
[1,] 1.56
[2,] 1.54
[3,] 1.76
[4,] 1.78
> rownames(matriz_1) <- c("Gheovana", "Vitoria", "Arthur", "Sergio")
> colnames(matriz_1) <- c("Altura")
> matriz_1
      Altura
Gheovana 1.56
Vitoria 1.54
Arthur 1.76
Sergio 1.78
> mean(alturas)
[1] 1.66
> sd(alturas)
[1] 0.1275408
>
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Durante a atividade desenvolvida pelo grupo 1, no RStudio, os estudantes demonstraram tranquilidade ao criar o vetor, pois isso já tinha sido realizado na atividade 1. Ao criar a matriz, os estudantes seguiram o passo a passo que descrevemos e conseguiram executar os comandos de forma correta. Eles utilizaram o comando *mean* para calcular a média das alturas do grupo, que coincidiu com o valor encontrado por eles na atividade escrita.

Além disso, utilizaram o comando *sd* para encontrar o desvio padrão do conjunto de dados. Na atividade anterior, o grupo não tinha realizado o procedimento correto para encontrar o desvio padrão, encontrando, assim, um valor equivocado. Por isso, houve divergência no valor apresentado no RStudio e o valor encontrado na etapa anterior. Os alunos destacaram que, apesar de terem que saber os comandos corretos para executar a atividade, sentiram mais facilidade para encontrar a média e o desvio padrão utilizando o RStudio. Almeida (2014) destaca que, apesar do desafio, o RStudio serve como facilitador nas construções e consegue desempenhar um papel importante no desenvolvimento da aprendizagem.



```

Console Background Jobs x
R 4.2.1 · ~/
> alturas <- c(1.69,1.75,1.62,1.63,1.63)
> la1 <- matrix(alturas,nrow =5,ncol=1)
> alturas
[1] 1.69 1.75 1.62 1.63 1.63
> la1
      [,1]
[1,] 1.69
[2,] 1.75
[3,] 1.62
[4,] 1.63
[5,] 1.63
> rownames(la1)<- c("leandro 1","pedro 2",
+                 "laura 3","lara 4","adelis 5)")
> colnames(la1)<-c("alturas")
> la1
      alturas
leandro 1  1.69
pedro 2    1.75
laura 3    1.62
lara 4     1.63
adelis 5)  1.63
> mean(alturas)
[1] 1.664
> sd(alturas)
[1] 0.05549775
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Em relação ao grupo 2, de modo semelhante ao grupo 1, os estudantes não demonstraram dificuldades ao criar o vetor com as alturas. Para criar e renomear a matriz também seguiram os comandos demonstrados e conseguiram organizar os dados de forma correta. Ao calcular a média, obtiveram o mesmo resultado encontrado na atividade escrita da etapa anterior.

Um fato curioso chama atenção no resultado do desvio padrão. Citamos, na etapa anterior, que os estudantes erraram na sequência de operações para encontrar o desvio padrão e que, de modo geral, isso fazia com que o resultado final também estivesse errado. Porém, nesse caso, os resultados coincidiram, mesmo o primeiro sendo feito de forma equivocada.

Como, ao analisar os cálculos, percebemos o erro no algoritmo, desconsideramos o resultado da etapa anterior. Assim, os estudantes conseguiram resolver toda a atividade de forma correta, encontrando a média e o desvio padrão dos estudantes do grupo.

```

Console Background Jobs x
R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.174/

> alturas <- c(1.81,1.62,1.52,1.57,1.91,1.65)
> matriz_medidas <-matrix(alturas,nrow = 1,ncol = 6)
> alturas
[1] 1.81 1.62 1.52 1.57 1.91 1.65
> matriz_medidas
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]
[1,] 1.81 1.62 1.52 1.57 1.91 1.65
> rownames(matriz_medidas) <- c("altura")
> colnames(matriz_medidas) <-c("joao", "pietra", "bruna",
+ mean(altura) "jose", "lucas", "taina")
Error: unexpected string constant in:
"colnames(matriz_medidas) <-c("joao", "pietra", "bruna",
mean(altura) "jose"
> sd(alturas)
[1] 0.1496663
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Por fim, o grupo 3, o único que respondeu corretamente a atividade na etapa anterior, apresentou dificuldades na execução final da atividade no RStudio. Apesar de não apresentar dificuldades na criação do vetor e nos comandos utilizados para criar a matriz, os estudantes cometem dois erros ao final da atividade. O primeiro foi ao colocar o comando *mean* na mesma linha onde colocaram os nomes do comando *colnames*. Assim, o software indica um “erro inesperado” na execução dos comandos.

De toda forma, o segundo erro cometido pelo grupo aconteceu ao utilizar o comando *mean*, os estudantes utilizam como referencial o vetor “altura”. Porém, o vetor criado por eles chama-se “alturas” e por isso o valor das alturas não teria sido retornado. Como o erro citado anteriormente apareceu primeiro, o software não considerou esse segundo erro.

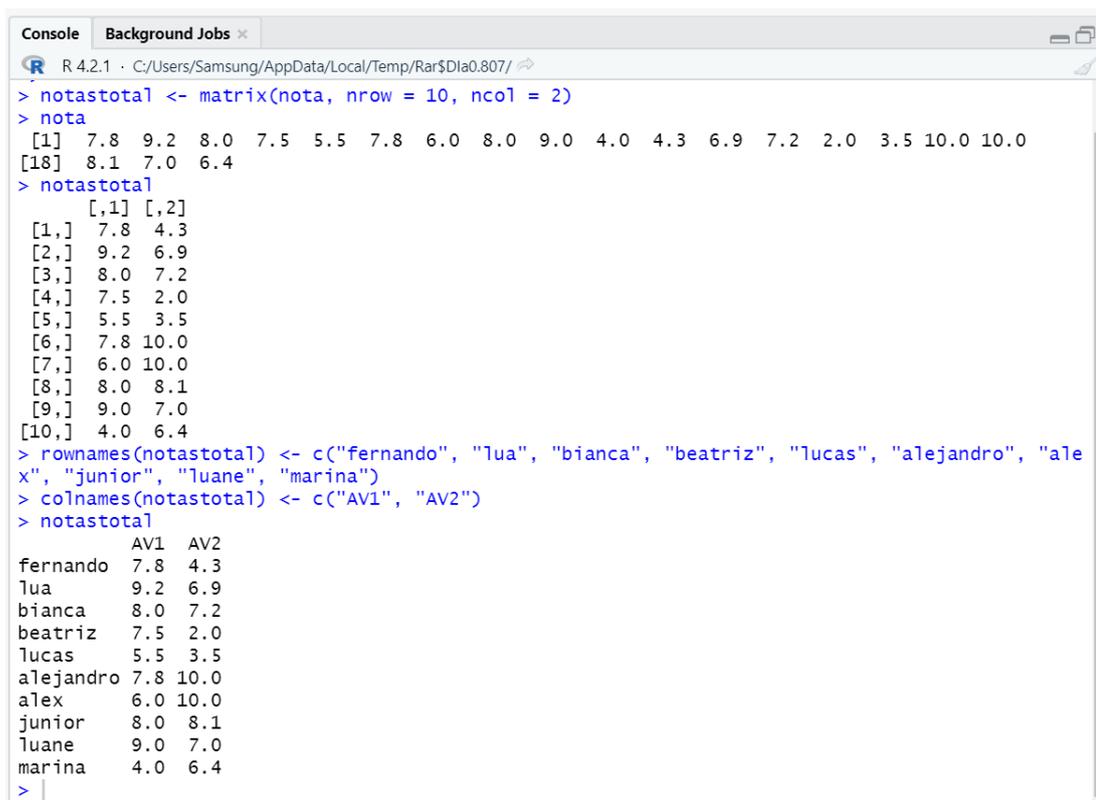
Com relação ao valor do desvio padrão encontrado, os valores não coincidem por dois motivos: (1) o valor encontrado na atividade escrita está em centímetros, enquanto o do RStudio está em metro. Consideramos que transformar as medidas para centímetros, na atividade anterior, pode ter relação com a dificuldade de realizar os cálculos utilizando números decimais. (2) o valor encontrado na atividade escrita se refere ao desvio padrão relacionado a uma população, enquanto o desvio padrão encontrado no RStudio se refere ao desvio padrão de uma amostra. A diferença é que, no primeiro caso, dividimos o somatório por n dados e, no segundo caso, dividimos por $n-1$, pois a média calculada a partir da amostra pode não ser exatamente igual à média da população, assim, dividir o somatório por $n-1$ amplia levemente o desvio padrão para refletir a incerteza da amostra.

Atividade 4: Para realizar esta etapa, os estudantes voltaram aos seus grupos iniciais,

tendo assim cinco grupos com três integrantes em cada. A atividade 4 foi dividida em duas partes. Na primeira, os estudantes utilizaram como base os comandos da atividade anterior, mas, nesse caso, sem o nosso auxílio. Cada grupo recebeu 20 notas e precisou organizá-las em uma matriz com 10 linhas e duas colunas. A atividade consistiu em organizar as notas de 10 estudantes que fizeram duas provas e renomear as linhas e colunas da matriz.

Para construir a atividade, os estudantes criaram um vetor com as notas recebidas e, em seguida, utilizaram o comando *matrix* para criar uma matriz a partir desse vetor. Logo após, utilizaram os comandos *rownames* e *colnames*, já utilizados anteriormente para renomear as linhas e colunas da matriz. A figura 34 exemplifica o resultado apresentado pelo grupo A.

Figura 3434 – Resultados do grupo A na primeira parte da atividade 4



```

Console Background Jobs x
R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.807/
> notastotal <- matrix(nota, nrow = 10, ncol = 2)
> nota
[1] 7.8 9.2 8.0 7.5 5.5 7.8 6.0 8.0 9.0 4.0 4.3 6.9 7.2 2.0 3.5 10.0 10.0
[18] 8.1 7.0 6.4
> notastotal
      [,1] [,2]
[1,] 7.8 4.3
[2,] 9.2 6.9
[3,] 8.0 7.2
[4,] 7.5 2.0
[5,] 5.5 3.5
[6,] 7.8 10.0
[7,] 6.0 10.0
[8,] 8.0 8.1
[9,] 9.0 7.0
[10,] 4.0 6.4
> rownames(notastotal) <- c("fernando", "lua", "bianca", "beatriz", "lucas", "alejandro", "alex", "junior", "luane", "marina")
> colnames(notastotal) <- c("AV1", "AV2")
> notastotal
      AV1 AV2
fernando 7.8 4.3
lua      9.2 6.9
bianca   8.0 7.2
beatriz  7.5 2.0
lucas    5.5 3.5
alejandro 7.8 10.0
alex     6.0 10.0
junior   8.0 8.1
luane    9.0 7.0
marina   4.0 6.4
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Utilizamos como exemplo apenas o grupo A, pois todos os grupos conseguiram executar de forma correta a atividade e, por isso, não julgamos necessário colocar os dados de todos os grupos. Os estudantes não demonstraram dificuldade em utilizar os comandos para desenvolver o que propusemos.

Na segunda parte da atividade 4, solicitamos que os estudantes do grupo calculassem a média de cada aluno do conjunto de dados, a média da turma na unidade e o desvio padrão da média dos estudantes em relação a média da unidade. Para realizar essa atividade, os estudantes usaram os comandos *rowMeans*, *colMeans* e *sd*, que calculam, respectivamente, a média das linhas, a média das colunas da matriz e o desvio padrão de um conjunto de dados; além de que o comando *means* já ter sido utilizado anteriormente. A figura 35 destaca os valores encontrados pelo grupo A.

Figura 3535 – Resultados do grupo A na segunda parte da atividade 4

```

R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.807/
> colNames(notastotal) <- c("AV1", "AV2")
> notastotal
      AV1 AV2
fernando 7.8 4.3
lua       9.2 6.9
bianca   8.0 7.2
beatriz  7.5 2.0
lucas    5.5 3.5
alejandro 7.8 10.0
alex     6.0 10.0
junior   8.0 8.1
luane    9.0 7.0
marina   4.0 6.4
> #média de cada estudante
> rowMeans(notastotal)
      fernando      lua      bianca      beatriz      lucas alejandro      alex      junior      luane
      6.05      8.05      7.60      4.75      4.50      8.90      8.00      8.05      8.00
      marina
      5.20
> #média da unidade
> colMeans(notastotal)
      AV1 AV2
      7.28 6.54
> mean(colMeans(notastotal))
[1] 6.91
> #desvio padrão das médias dos alunos
> sd(rowMeans(notastotal))
[1] 1.617577
> #desvio padrão entre todas notas
> sd(notas)
[1] 2.159654
>

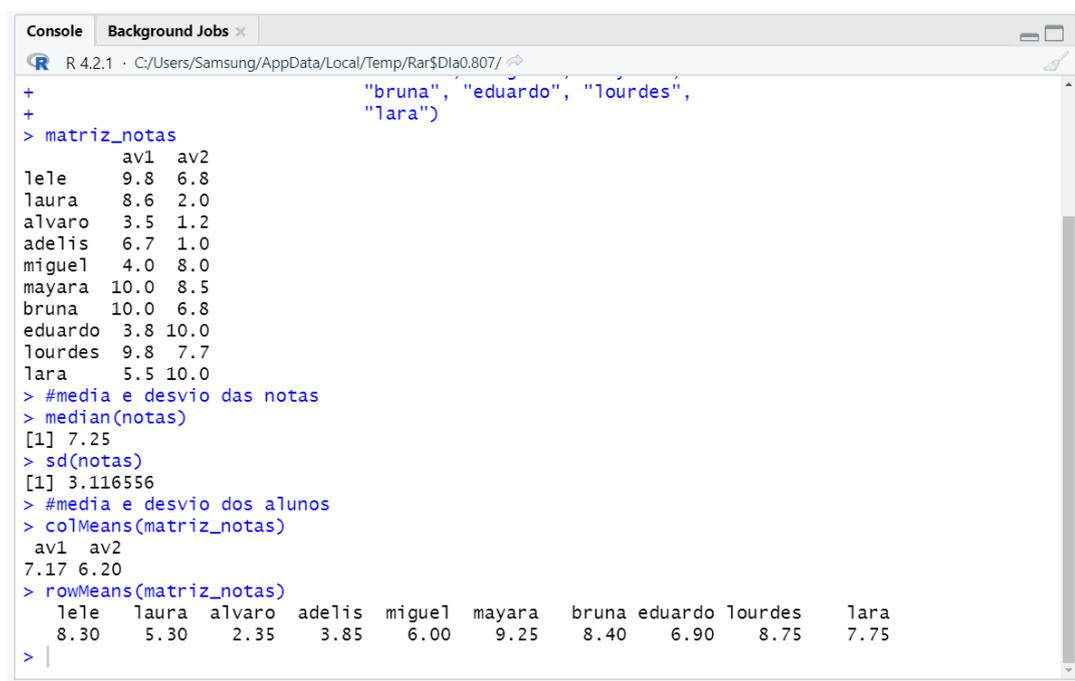
```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Além de encontrar os valores solicitados na atividade, o grupo A utilizou o comando *sd(notas)*, encontrando também o desvio padrão em relação a todas as notas do conjunto de dados. Destacamos que os grupos C e D também realizaram a atividade de forma coerente, utilizando todos os comandos propostos pela pesquisadora. Os resultados foram semelhantes aos do grupo A, utilizando os mesmos comandos, mudando apenas os valores das notas e, conseqüentemente, da média e do desvio padrão. Na Figura 36, apresentamos os resultados do grupo B, que

realizou a atividade de forma parcial.

Figura 3636 – Resultados do grupo B na segunda parte da atividade 4



```

R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.807/
+
+
"bruna", "eduardo", "lourdes",
"lara")
> matriz_notas
      av1 av2
lele   9.8 6.8
laura  8.6 2.0
alvaro  3.5 1.2
adelis  6.7 1.0
miguel  4.0 8.0
mayara 10.0 8.5
bruna  10.0 6.8
eduardo 3.8 10.0
lourdes 9.8 7.7
lara   5.5 10.0
> #media e desvio das notas
> median(notas)
[1] 7.25
> sd(notas)
[1] 3.116556
> #media e desvio dos alunos
> colMeans(matriz_notas)
      av1 av2
7.17 6.20
> rowMeans(matriz_notas)
      lele laura alvaro adelis miguel mayara bruna eduardo lourdes lara
8.30  5.30  2.35  3.85  6.00  9.25  8.40  6.90  8.75  7.75
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

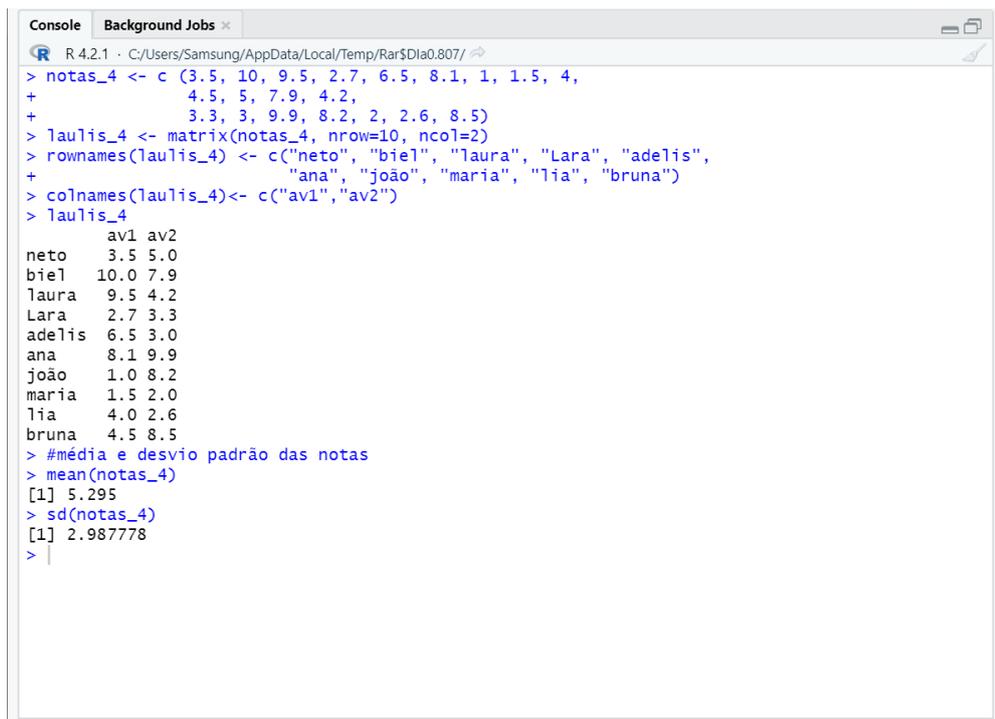
Com relação ao grupo B, os estudantes cometeram 3 erros simples, mas que comprometeram o resultado final da atividade. O primeiro foi utilizar, de forma equivocada, o comando *median*, que retorna a mediana de um conjunto de dados. Acreditamos que o erro pode ter ocorrido pelo comando *median* se assemelhar a escrita de “média”.

Um outro erro cometido pelo grupo foi ao utilizar o comando *colMeans*, que retorna a média das colunas da matriz, porém, a atividade solicitava que os grupos encontrassem a média da turma na unidade e, para isso, os estudantes precisariam encontrar a média entre esses valores.

O terceiro erro cometido foi ao utilizar o comando *sd(notas)*. Esse comando retorna o desvio padrão em relação as notas do grupo, e a atividade pedia que os estudantes encontrassem o desvio padrão em relação a média dos estudantes.

Com relação ao último grupo a ser comentado, o grupo E, os estudantes realizaram a atividade de forma incompleta. A figura 37 apresenta os resultados do grupo E.

Figura 3737 – Resultados do grupo E na segunda parte da atividade 4



```

R 4.2.1 · C:/Users/Samsung/AppData/Local/Temp/Rar$Dla0.807/
> notas_4 <- c(3.5, 10, 9.5, 2.7, 6.5, 8.1, 1, 1.5, 4,
+            4.5, 5, 7.9, 4.2,
+            3.3, 3, 9.9, 8.2, 2, 2.6, 8.5)
> laulis_4 <- matrix(notas_4, nrow=10, ncol=2)
> rownames(laulis_4) <- c("neto", "biel", "laura", "Lara", "adelis",
+                        "ana", "joão", "maria", "lia", "bruna")
> colnames(laulis_4) <- c("av1", "av2")
> laulis_4
      av1 av2
neto   3.5 5.0
biel  10.0 7.9
laura   9.5 4.2
Lara   2.7 3.3
adelis  6.5 3.0
ana    8.1 9.9
joão   1.0 8.2
maria  1.5 2.0
lia    4.0 2.6
bruna  4.5 8.5
> #média e desvio padrão das notas
> mean(notas_4)
[1] 5.295
> sd(notas_4)
[1] 2.987778
>

```

Fonte: frame elaborado pela autora a partir do RStudio (Posit Cloud).

Sobre a atividade desenvolvida pelo grupo E, podemos perceber que, na criação do vetor e da matriz, os estudantes não apresentaram dificuldades em utilizar os comandos. Porém, ao utilizar os comandos para responder a atividade aparecem informações incompletas. O grupo calculou a média das notas dos estudantes e o desvio padrão dessas notas. Porém, a atividade solicitava que os estudantes calculassem a média de cada aluno do conjunto de dados, a média da turma na unidade e o desvio padrão da média dos estudantes em relação a média da unidade.

Acreditamos que os erros cometidos pelo grupo E podem ter acontecido por dois motivos: (1) os estudantes não compreenderam o que a atividade estava pedindo que fosse calculado, sintetizando assim as informações. (2) Os estudantes apresentaram dificuldades nos comandos utilizados para responder a atividade.

6.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ETAPAS DESENVOLVIDAS

Após a realização das atividades da experimentação, os alunos responderam um questionário sobre suas impressões em relação as atividades desenvolvidas no software RStudio. O questionário consta no Apêndice 2 dessa pesquisa. Na categorização das respostas apresentadas, embora a análise seja individual,

denominamos os alunos relacionando-os aos grupos que pertenceram durante o desenvolvimento das atividades.

Assim, temos os estudantes do grupo A – A1, A2 e A3, do grupo B – B1, B2 e B3, do grupo C – C1, C2 e C3, do grupo D – D1, D2 e D3 e do grupo E – E1, E2 e E3. Criamos também três categorias para analisar as respostas dadas pelos estudantes, que foram estabelecidas com base nos objetivos da pesquisa e na análise qualitativa das respostas dos estudantes. Cada subcategoria foi escolhida a partir das tendências mais recorrentes identificadas nas respostas abertas do questionário, conforme descrito a seguir:

- **Categoria 1 — Conhecimento Prévio de Programação:** esta categoria foi incluída para compreender como o conhecimento prévio em programação influenciou a experiência dos estudantes durante as atividades. Foram analisadas duas subdimensões: 1. Conhecimento prévio da linguagem R; e 2. Conhecimento de outras linguagens de programação.
- **Categoria 2 — Dificuldades Encontradas:** Para organizar as dificuldades relatadas pelos estudantes, esta categoria foi dividida em quatro subcategorias, com base nos problemas mais frequentemente mencionados: R1- Não sentiu dificuldade; R2 - O software ser em inglês; R3 - Complexidade dos comandos; R4 - Falta de familiaridade com programação.
- **Categoria 3 — Percepções sobre o Uso do Software:** Esta categoria foi criada para avaliar como os estudantes percebem o software em termos de: 1. Auxílio na aplicação de conceitos estatísticos; e 2. Vantagens e desvantagens percebidas.

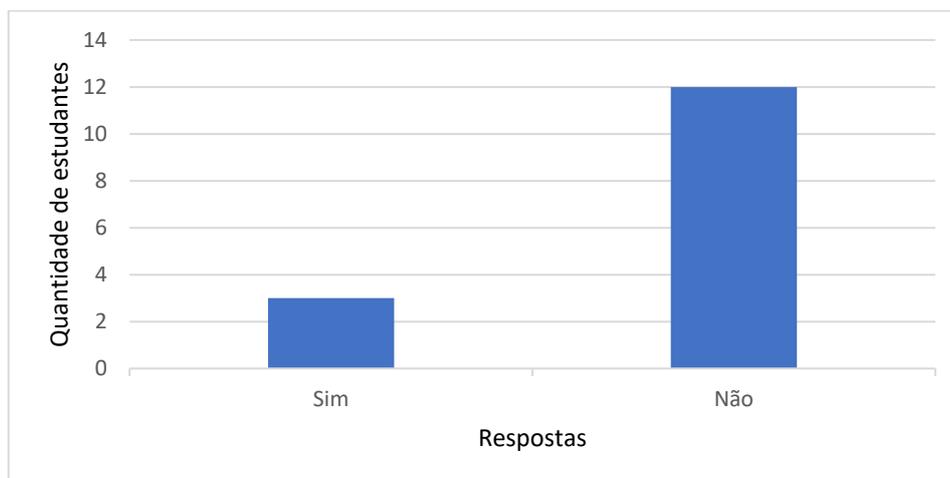
A seguir começaremos as análises pela categoria 1.

6.3.1 Categoria 1 — Conhecimento prévio de programação

6.3.1.1 Conhecimento prévio da linguagem R.

O Gráfico 2 apresenta o número de estudantes que tinham ou não conhecimento prévio da linguagem R antes das atividades.

Gráfico 2 – Conhecimento prévio da linguagem R

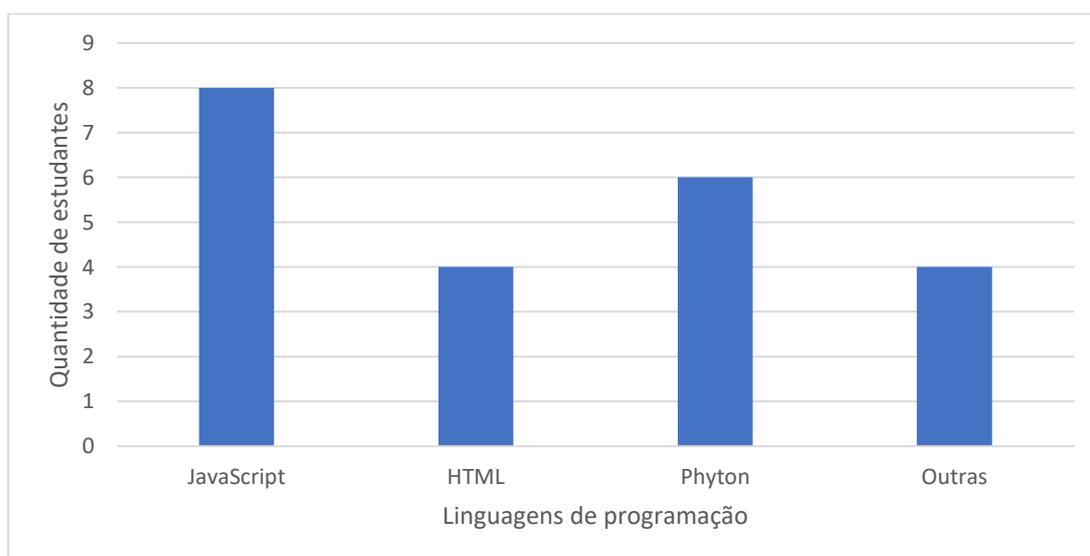


Fonte: Elaborado pela autora com base nas respostas do questionário.

A partir dessas respostas, conseguimos perceber que apenas três estudantes (A1, A3 e C3) conheciam a linguagem R antes das atividades desenvolvidas. A partir disso, buscamos entender se os estudantes conheciam alguma outra linguagem de programação além do R e, em caso afirmativo, citar exemplos. Os estudantes citaram conhecer outras linguagens de programação como Java, HTML, Python e outras. Assim, o Gráfico 3 detalha quais outras linguagens de programação foram mencionadas pelos estudantes.

6.3.1.2 Conhecimento de outras linguagens de programação.

Gráfico 3 – Conhecimento de outras linguagens de programação



Fonte: Elaborado pela autora com base nas respostas do questionário.

Alguns estudantes afirmaram conhecer mais de uma linguagem de

programação e, dentre as citadas, a JavaScript era a mais conhecida por eles. Isso pode ser justificado, pois, a linguagem é usada principalmente para desenvolvimento web e para tornar as páginas da web mais interativas e dinâmicas, podendo ser usado para construir páginas dinâmicas, criar animações, desenvolver aplicativos móveis e desenvolver jogos eletrônicos

Como “outras” linguagens, os alunos citaram C, C#, C++, CSS, Game Maker e Godot (que na verdade é GDScript). Essas linguagens foram citadas pelos estudantes A2 e pelo C2, como aparecem nas Figuras a seguir.

Figura 3838 – Resposta do estudante A2

2. Você conhecia alguma outra linguagem de programação que não o R?
Em caso positivo, cite exemplos.

Sim, Java, HTML, C#, C++, C, Python, JavaScript

Fonte: Foto retirada pela autora.

Figura 3939 – Resposta do estudante C2

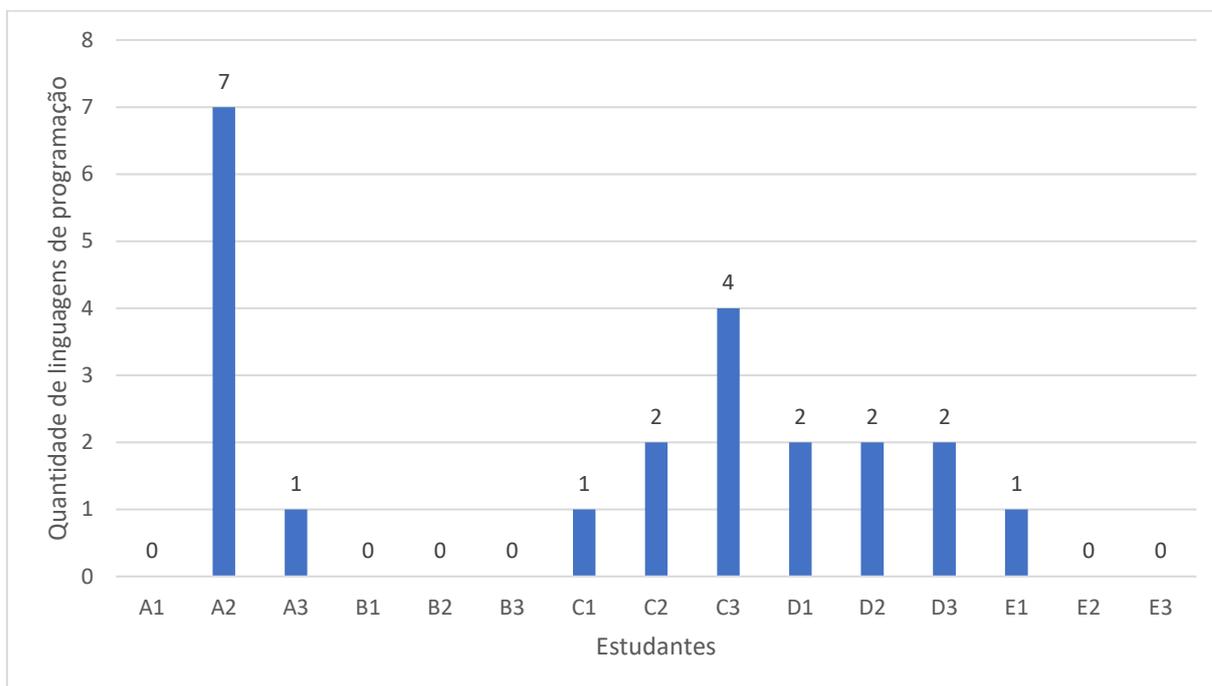
2. Você conhecia alguma outra linguagem de programação que não o R?
Em caso positivo, cite exemplos.

Sim, linguagem do godot e game maker

Fonte: Foto retirada pela autora.

Além de destacar as linguagens citadas pelos estudantes, trouxemos um gráfico que destaca a distribuição da quantidade de linguagens conhecidas entre os estudantes.

Gráfico 4 – Quantidade de linguagens de programação conhecida pelos estudantes



Fonte: Elaborado pela autora com base nas respostas do questionário.

Durante as etapas desenvolvidas percebemos que o grupo A e o grupo C tiveram um desempenho melhor na utilização do software. A familiaridade de alguns integrantes do grupo com programação (não necessariamente o R) pode ter auxiliado na construção das atividades. Isso reforça a importância de atividades introdutórias no software antes de sua aplicação em tarefas mais complexas.

Em contrapartida, os estudantes do grupo B afirmam não conhecer nenhuma linguagem de programação, mas, mesmo assim, tiveram um bom desempenho durante as atividades desenvolvidas. Esse fato corrobora com o que foi dito por Ribeiro (2022), de que é possível fazer a introdução do software R no Ensino Médio, junto a temas de Estatística, pois o R é considerado, pelos estudantes, uma linguagem fácil de ser interpretada e manuseada.

Na próxima categoria, buscamos analisar as dificuldades encontradas pelos estudantes na utilização do software RStudio, ambiente de programação utilizado para desenvolver os comandos da linguagem R.

6.3.2 Categoria 2 — Dificuldades encontradas

Para analisar essa categoria, definimos, de acordo com as respostas dos estudantes, quatro subcategorias, que nomeamos de R1, R2, R3 e R4. As questões

eram discursivas, mas, as respostas se mantiveram dentro dos tópicos a seguir, e alguns estudantes foram colocados em mais de uma subcategoria.

R1 – Não sentiu dificuldade

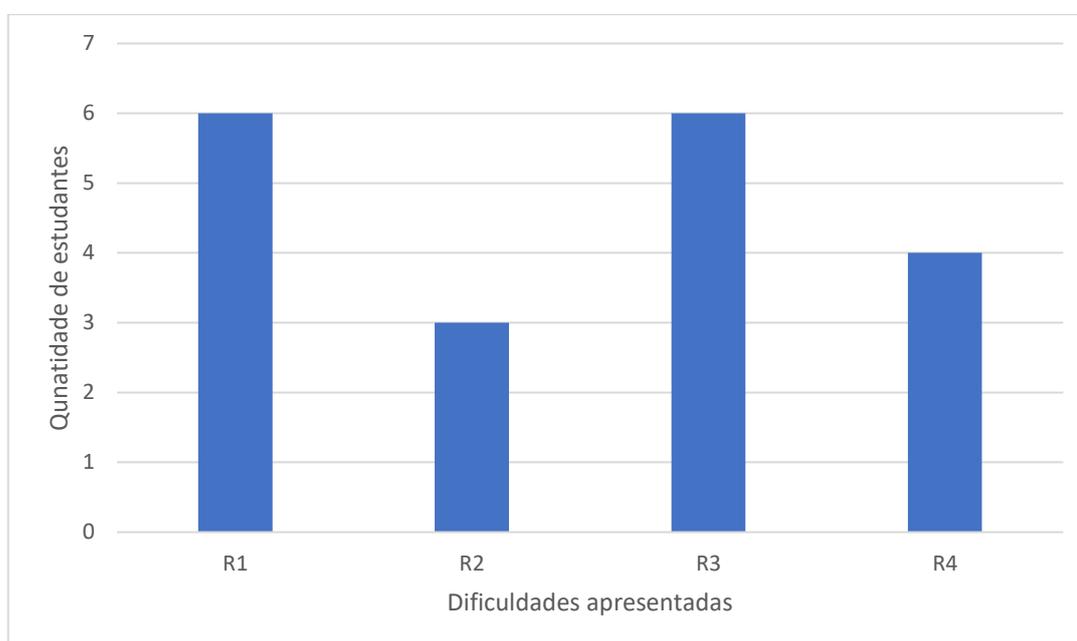
R2 – O software ser em inglês

R3 – Complexidade nos comandos

R4 – Falta de familiaridade com a programação

No gráfico a seguir temos os resultados dessa categoria.

Gráfico 5 – Dificuldades encontradas pelos alunos



Fonte: Elaborado pela autora com base nas respostas do questionário.

Analisando as respostas dos estudantes, é possível destacar que a maior dificuldade enfrentada pelos estudantes foi a complexidade dos comandos utilizados. Em sua maioria, os estudantes destacaram que precisaram ter bastante atenção, pois os códigos digitados têm muitos detalhes. Podemos visualizar isso na resposta dada pelo estudante B2, na Figura 40.

Figura 4040 - Resposta do estudante B2

3. Você sentiu dificuldade nos comandos utilizados no R? Justifique.

Somente ~~(na)~~ em alguns momentos devido a atenção aos detalhes na hora de colocar o código. Mas, em geral, consegui realizar todas as

Fonte: Foto retirada pela autora.

Podemos destacar também que, boa parte dos estudantes alega não ter sentido dificuldade na utilização do software. Em alguns casos, os estudantes destacaram uma pequena dificuldade no começo, mas, depois, foram se familiarizando, como cita o estudante C1, na Figura 41.

Figura 4141 – Resposta do estudante C1

3. Você sentiu dificuldade nos comandos utilizados no R? Justifique.

Não, depois que explica fica muito fácil, principalmente quando há exemplos.

Fonte: Foto retirada pela autora.

É importante destacar também que, o fato de o software ser em inglês não causou grandes problemas para os estudantes, a maioria alegou que, com o conhecimento “básico” de inglês, é possível utilizar o software.

Estudos na área de educação e programação apontam que dificuldades como a "complexidade dos comandos" e a "falta de familiaridade com programação" são comuns entre iniciantes. Segundo Papert (1980), a aquisição de habilidades computacionais depende de uma abordagem construtivista, na qual os alunos exploram e constroem conhecimento de forma interativa. Ademais, pesquisas

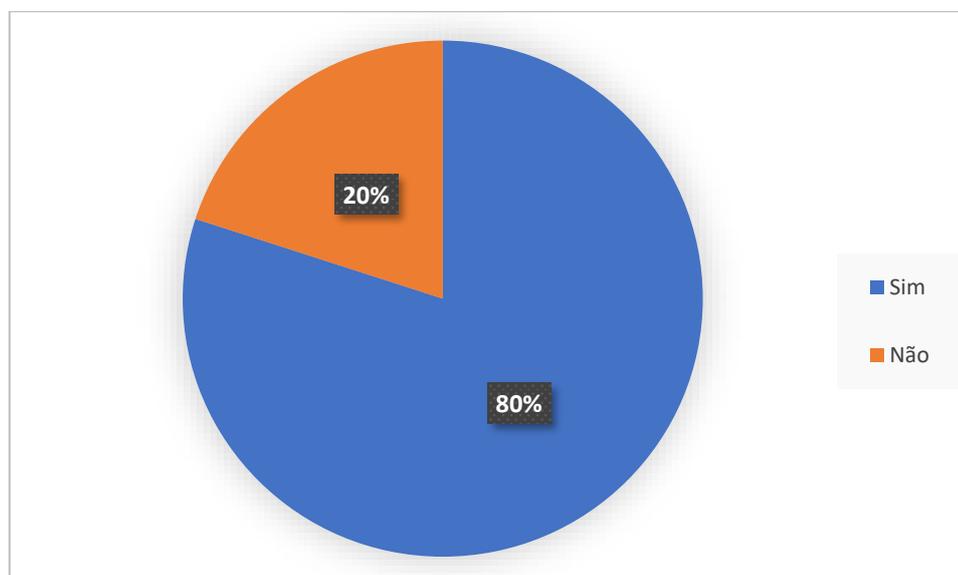
recentes (Liu *et al.*, 2020) mostram que a utilização de ferramentas, como o RStudio, pode facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e estatísticos, mas requer suporte pedagógico adicional para superar barreiras iniciais, como a interface em inglês e a necessidade de um raciocínio mais algorítmico.

6.3.3 Categoria 3 — Percepções sobre o uso do software

6.3.3.1 Auxílio na aplicação de conceitos estatísticos.

Na análise dessa categoria, primeiro identificamos quantos estudantes responderam que o software auxiliou na compreensão de conceitos estatísticos. O Gráfico 6, a seguir, resume as respostas sobre se o software auxiliou na compreensão de conceitos estatísticos.

Gráfico 6 – Respostas dos estudantes sobre o auxílio do R na compreensão de conceitos estatísticos



Fonte: Elaborado pela autora com base nas respostas do questionário.

Dentre as respostas do porquê auxiliou ou não, salientamos informações importantes de serem pontuadas. O estudante B3 destacou que, dependendo do conceito, acha mais fácil utilizar a forma manual. Porém, também destacou que, para calcular o desvio padrão, o uso do software é mais apropriado.

Figura 4242 – Resposta do estudante B3

5. Você acredita que o software auxiliou na aplicação de conceitos estatísticos durante a aula? Cite exemplos.

Sim. Porém, dependendo do conceito, acho mais fácil a forma manual.

Desvio padrão, por exemplo, é mais fácil pelo programa.

Fonte: Foto retirada pela autora.

O estudante E3 corrobora com esse pensamento e destaca que, apesar do software auxiliar, possui diversos códigos para lembrar, o que torna difícil a sua execução. Ele ainda destaca que é mais fácil realizar as atividades no papel.

Figura 4343 – Resposta do estudante E3

5. Você acredita que o software auxiliou na aplicação de conceitos estatísticos durante a aula? Cite exemplos.

Não, pois achei complicada a utilização de diversos códigos, sendo assim mais fácil fazer no papel.

Fonte: Foto retirada pela autora.

Já o estudante B2 destaca que, apesar de ter focado mais na programação do que na Estatística, o software foi útil para o cálculo das medidas estatísticas utilizadas durante a aula.

Figura 4444 – Resposta do estudante B2

5. Você acredita que o software auxiliou na aplicação de conceitos estatísticos durante a aula? Cite exemplos.

Sim, mas foquei muito nos conceitos de programação também que ajudou a calcular estatística (média, desvio padrão...)

Fonte: Foto retirada pela autora do questionário.

Outro estudante destacou como o software tornou a organização e a manipulação de dados muito mais simples. Ele mencionou que o programa proporcionou uma visão mais ampla e detalhada das informações, o que ajudou a entender melhor os dados.

Figura 4545 – Resposta do estudante C3

5. Você acredita que o software auxiliou na aplicação de conceitos estatísticos durante a aula? Cite exemplos.

Sim, quando o gente fez matriz, gráficos e também quando organizamos todos os dados de altura, notas na ordem crescente.

Fonte: Foto retirada pela autora.

6.3.3.2 Vantagem e desvantagens do uso do software

Por fim, buscamos entender quais as vantagens e desvantagens destacadas pelos estudantes na utilização do software. Dentre as mais variadas respostas, selecionamos duas que enquadram o que os demais estudantes também pontuaram.

Figura 4646 - Resposta do estudante D2

6. Diante dos conceitos de estatística por meio do software RStudio, na sua opinião, descreva quais foram as vantagens e desvantagem de uma aula com essa dinâmica?

Vantagens - melhor compreensão e familiarização com a linguagem de computador, além de relembrar conceitos matemáticos.
Desvantagem - Talvez traga algumas dificuldades de início, porém a experiência valeu muito e deveria ter sido colocada em prática.

Fonte: Foto retirada pela autora.

O estudante D2 destaca que o software proporcionou uma familiarização com linguagem de programação e ainda relembrou conceitos matemáticos (estatísticos). Ele destaca como desvantagem as dificuldades do início, quando há o primeiro contato com o software.

Já o estudante B2 destacou como vantagem adquirir um novo conhecimento, conceitos de programação e calcular medidas estatísticas. Para desvantagens, apontou a internet que falhava.

Figura 4747 – Resposta do estudante B2

6. Diante dos conceitos de estatística por meio do software RStudio, na sua opinião, descreva quais foram as vantagens e desvantagem de uma aula com essa dinâmica?

VANTAGENS: mais conhecimento, aprendemos a usar os conceitos de programação e como calcular a estatística.
DESvantagem: internet que sempre falhava

Fonte: Foto retirada pela autora.

Como optamos por usar a linguagem R no *Posit Cloud*, os estudantes precisavam de acesso à internet para acessar o site. Essa escolha se deu pois os códigos interpretados pelo programa ficam salvos na conta que os estudantes criaram no dia do primeiro acesso, para que conseguíssemos esses dados para análise de

forma mais fácil. Se utilizássemos o RStudio baixado no computador, os códigos compilados ficariam salvos em cada computador.

Como destacou Almeida (2014), apesar do desafio, o programa serviu como facilitador nas construções e teve papel importante no desenvolvimento da aprendizagem. Segundo ele, o programa mostrou-se capaz de romper com a visão estática e monótona de algumas construções, proporcionando o dinamismo e possibilitando aos alunos uma maior reflexão sobre os conceitos estudados.

Assim, a análise do questionário revelou percepções sobre o impacto do uso do software RStudio nas atividades pedagógicas, destacando a influência do conhecimento prévio em programação no desempenho dos estudantes e as dificuldades enfrentadas, como a complexidade dos comandos e a interface em inglês. Os resultados reforçam a necessidade de atividades introdutórias e de exemplos práticos para maximizar o aprendizado. Além disso, as percepções positivas dos estudantes em relação às vantagens do software, como a organização e manipulação de dados, sugerem que sua utilização é uma ferramenta eficaz para o ensino de conceitos estatísticos e de programação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando os objetivos que serviram como base para a realização dessa pesquisa, buscamos analisar o uso da linguagem de programação R como recurso didático para o desenvolvimento de conhecimentos estatísticos no Ensino Médio, mais especificamente no 3º ano, promovendo uma abordagem diferente da tradicional. A partir da metodologia adotada, baseada na Engenharia Didática, foi possível elaborar uma sequência de atividades voltada ao cálculo de medidas estatísticas, buscando a ampliação da compreensão conceitual dos dados analisados.

A priori, foi possível perceber através das revisões realizadas, as principais dificuldades dos estudantes ao aprenderem Estatística na Educação Básica. Essas dificuldades incluem: o cálculo de medidas como o desvio padrão e a média, a inversão do algoritmo para encontrar valores desconhecidos e a interpretação de dados organizados em intervalos de classe.

Com a finalidade de compreender as concepções dos estudantes participantes da pesquisa sobre conceitos da Estatística elaboramos um pré-teste para identificar possíveis dificuldades relacionadas a esses conceitos. Os resultados do pré teste destacaram que os estudantes possuíam uma dificuldade maior em realizar questões associadas ao cálculo do desvio padrão. Acreditamos que isso ocorre devido ao cálculo do desvio padrão abordar uma sequência de operações que apresentam um certo nível de dificuldade. Além disso, alguns estudantes também demonstraram dificuldade em compreender aspectos conceituais relacionados a média aritmética.

A pesquisa demonstrou que a incorporação de ferramentas tecnológicas, como o software RStudio, possibilita aos estudantes explorar conteúdos de estatística de maneira mais dinâmica e significativa especialmente no que se refere à organização e manipulação de dados, além de auxiliar no cálculo de medidas estatísticas. A partir da sua utilização, os estudantes demonstraram uma compreensão mais aprofundada da média e do desvio padrão, além de uma maior autonomia na resolução de problemas.

Reconhecemos, no entanto, que a introdução de tecnologias digitais no contexto escolar ainda enfrenta desafios. A familiaridade dos estudantes com tecnologias digitais, especialmente ferramentas de programação, não é homogênea, e há barreiras tanto estruturais quanto pedagógicas a serem superadas. As principais dificuldades apontadas pelos estudantes vão desde a necessidade de memorização

de comandos específicos até a interface do software ser em inglês.

Além disso, destacamos como outro desafio enfrentado a necessidade de maior formação dos professores para o uso de ferramentas computacionais no ensino da matemática e a adaptação das práticas pedagógicas à realidade tecnológica das escolas. Esses pontos abrem caminhos para novas pesquisas que busquem expandir a aplicabilidade desse modelo.

Um outro ponto observado foi em relação ao conhecimento prévio dos estudantes sobre a programação, o que influenciou o ritmo de aprendizado. Alguns grupos demonstraram facilidade na execução das atividades, enquanto outros necessitaram de mais tempo para se adaptar ao ambiente computacional e aos comandos utilizados. Esse fator reforça a necessidade de um ensino que considere diferentes níveis de familiaridade com as ferramentas digitais.

Porém, embora muitos estudantes não tivessem contato prévio com linguagens de programação, conseguiram realizar as atividades propostas de maneira satisfatória. Isso reforça a ideia de que o R é uma linguagem acessível para introdução no Ensino Médio, especialmente no ensino de Estatística.

De modo geral, os resultados sugerem que a utilização do RStudio na educação básica pode ser uma ferramenta eficaz para tornar o ensino de Estatística mais dinâmico e contextualizado. No entanto, é fundamental que sua implementação seja acompanhada por estratégias pedagógicas adequadas, que favoreçam a progressão do aprendizado de forma acessível a todos os estudantes. A tecnologia deve ser vista como um recurso para potencializar a compreensão dos conceitos matemáticos e estatísticos, permitindo aos estudantes uma abordagem mais exploratória e investigativa.

Ao utilizar o software RStudio, a pesquisa propõe que o foco não seja os cálculos manuais e permite uma abordagem mais conceitual e prática dos conceitos estatísticos. Acreditamos que esse trabalho tem como principal contribuição a análise e implementação de uma linguagem de programação como recurso didático para o ensino de Estatística no Ensino Médio.

Como perspectivas futuras, sugerimos a ampliação da pesquisa para outras séries e contextos educacionais, além da exploração de diferentes abordagens didáticas que integrem programação e Estatística. Além disso, futuras pesquisas podem envolver também a formação continuada de docentes.

Assim, destacamos que a pesquisa, além de estimular o uso de tecnologias no

ensino médio, contribui para o desenvolvimento de pesquisas no campo da educação estabelecendo relações entre o ensino de Estatística e softwares de programação e contribui no processo de ensino e aprendizagem de estudantes da educação básica e na formação cidadã pois o uso de dados reais contribui para o letramento estatístico, ajudando os alunos a interpretar, questionar e utilizar dados de maneira crítica.

De modo geral, esperamos que o quadro teórico-metodológico e os resultados obtidos em nosso trabalho contribuam para futuras pesquisas sobre o uso das TDICs (em especial a programação) no ensino de Matemática e sobretudo, da Estatística.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; VALENTE, José Armando. **Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais.** *Currículo sem Fronteiras*, v. 12, n. 3, p. 57-82, set./dez. 2012.

ALMEIDA, L. H. P. de. **Proposta de ensino de estatística em uma turma de nono ano do ensino fundamental com o uso do programa R Commander.** 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

ANDRADE, Vladimir Lira Veras Xavier. **Avaliação dos efeitos de uma sequência didática na concepção de ensino-aprendizagem e na construção do conceito de homotetia em licenciandos em Matemática.** 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

ANDRADE, Vladimir Lira Veras Xavier; REGNIER, Jean-Claude. **Problems and challenges in teacher training of mathematics students with a view to preparing them to teach statistics in basic education.** In: 1st International Congress of Mathematics, Engineering and Society-ICMES 2009. 2009. p. ICMES 2009-19.

ARAUJO, E. L. **Concepções de educação estatística: narrativas de professores membros do GT-12 da SBEM.** Dissertação de mestrado, 2017. Curitiba, Universidade Federal do Paraná – UFPR.

ARTIGUE, M. **Engenharia Didática.** In: BRUN, J. Didática das Matemáticas. Tradução de: Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Cap. 4. p. 193-217.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de. M. (org.). **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação.** Porto Alegre: Penso, 2015.

BAYER, A.; BITTENCOURT, H.; ROCHA, J.; ECHEVESTE S. A Estatística e sua história. 2009. Disponível em:
<https://notasdeaula.files.wordpress.com/2009/08/estatistica-e-sua-historia.pdf>

BELLONI, M. L. **Educação a distância.** Campinas: Autores Associados, 2005.

BIANCHINI, Bárbara Lutaif; LIMA, Gabriel Loureiro de. **O Pensamento Matemático e os diferentes modos de pensar que o constituem.** 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023. 575 p. ISBN 978-65-5563-366-5.

BORGES, Brunno de Oliveira. **A linguagem Python como ferramenta no ensino básico.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2021. Disponível em:
<https://bdtd.ufmt.edu.br/handle/123456789/1667>. Acesso em: 15 março. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf. Acessado em 16 out. 2022.

BUENO, Ana Paula; RITZEL, Marcelo Iserhardt. A Informática no Contexto Educacional. **Revista Conhecimento Online**, v. 2, 2013.

CAMPOS, C. R. **A Educação estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em cursos de graduação**. Tese de Doutorado em Educação – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. 11. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

CASTRO, Sérgio Augusto Dias. **Algoritmos e Pensamento Computacional como Ferramenta no Processo de Ensino-Aprendizagem**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) — Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, 2020.

CAVALCANTE, Rogério da Silva. **Aritmética com Python**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9047>. Acesso em: 15 março. 2024.

CAZORLA, I. M.; SANTANA, E. R. dos S. **Tratamento da Informação para o Ensino Fundamental e Médio** (1ed.). Itabuna, Bahia, Brasil: Via Litterarum, 2006.

COLLA, R. A. As TICs no contexto do ensino remoto: uma experiência com anos finais de ensino fundamental. **Comunicação & Educação**, v. 28, n. 1, p. 96-108, 2023.

COUTINHO, C. Q. S.; SOUZA, F.S. Aprendizagem da Estatística e o uso de ambientes computacionais: uma análise didática de programas para construção de gráficos estatísticos. In: **VII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM 2013)**, 2013, Montevideu, Uruguai. *Actas del VII CIBEM*, v. 1, p. 6240-6247. Montevideu: Sociedad de Educación Matemática Uruguaya, 2013. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/handle/11407/1171462>. Acesso em: 15 março. 2024.

ESTEVAM, E.; KALINKE, M. Recursos tecnológicos e ensino de estatística na Educação Básica: um cenário de pesquisas brasileiras. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 104-117, 2013.

GAL, I. Adult's statistical literacy: meanings, components, responsibilities. **International Statistical Review**, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atla S.A., 2002.

GOMES, M. Obstáculos epistemológicos, obstáculos didáticos e o conhecimento matemático nos cursos de formação de professores das séries iniciais do ensino

fundamental. **Contrapontos**, Itajaí, n. 6, p. 423- 437, set/dez 2002.

IGNÁCIO, S. A. Importância da Estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão. **Nota Técnica IparDES**, Curitiba, n.6, out. 2010. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/NT_06_importancia_estatistica_tomada_de_cisao.pdf. Acesso em: 20 dez 2023.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papyrus, 2012.

LEÃO, M. B. C. **Tecnologias na Educação: uma abordagem crítica para uma atualização prática**. Recife: UFRPE, 2011.

LEITE, B. S. (Org.). **Tecnologias na Educação: da formação à aplicação**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580–609, 2018.

LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015. 365 p.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIU, Z.; WANG, X.; LI, H.; WU, D. **The impact of programming tools on novice learners: A systematic review of educational practices with RStudio**. *Computers & Education*, v. 144, p. 103694, 2020.

LOPES, C. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. **Cadernos CEDES**, v. 28, p. 57 – 73, 2008.

LOPES, C.A.E. **A probabilidade e a estatística no ensino fundamental: uma análise curricular**. 1998. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

LOPES, P. C.; FERNANDES, E. **Literacia, raciocínio e pensamento estatístico com robots**. *Quadrante*, v. 23, n.2, p.69-94, 2014.

MACHADO, Nilson Jose. Educação: **Projetos e Valores**. Sac Paulo: Escrituras, 2004.

MACHADO, Silvia Dias Alcântara. Engenharia Didática. In: Educação Matemática: uma nova introdução. 3 ed. - São Paulo: EDUC, 2010. P. 77-112

MEIRINHOS, M. Os desafios educativos da geração Net. **Revista de Estudos e Investigación en Psicología y Educación**, A Coruña, n. 13, p. 125-129, 2015.

MELLO, M. P.; PETERNELLI, L. A. **Conhecendo o R: Uma visão mais que Estatística**. Viçosa: UFV, 2013.

MINAYO, M. C. S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2007.

NARDI, R. org. **Ensino de ciências e matemática**, I: temas sobre a formação de professores [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 258 p. ISBN 978-85-7983-004-4. Available from SciELO Books.

NEVES, C. M. de C. Educar com TICs: o caminho entre a excepcionalidade e a invisibilidade. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 3, p. 16-27, 2009.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 3ª. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática**. ed. revis. Porto Alegre: artmed, 2008.

PAPERT, S. LOGO: Computadores e educação. **Tóp. Educ.** Recife (PE), v. 8, n. 2, p. 108 a 111, jul-dez. 1990

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes. **Currículo de Pernambuco: ensino médio. Área de Matemática**. Recife: A Secretaria, 2020. Disponível em: https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Organizador_Curricular_FBG_Matematica.pdf Acesso em: 10 jan. 2024.

POSIT Software. **Posit Software**, 2022. Log In. Disponível em: <https://login.rstudio.cloud/login>. Acesso em <https://login.rstudio.cloud/login>. Acesso em 20 de out 2024.

RIBOLDI, Sandra Mara Oselame; REICHERT, Janice Teresinha. A linguagem de programação Scratch e o ensino de funções: uma possibilidade. In: **VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019)**, Anais do **XXV Workshop de Informática na Escola (WIE 2019)**, Fortaleza, CE. Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2019.

RÍO, A. J. M. **Comprensión del concepto de media aritmética en los estudiantes de educación secundaria obligatoria**. 2017. Dissertação (Mestrado em Didática da Matemática) - Universidad de Granada, Espanha, 2017.

ROSSITER, D. G. **Introduction to the R Project for Statistical Computing for use at ITC**. Enschede: International Institute for Geo-information Science & Earth Observation (ITC), 2012.

SANTOS, Clemente Ramos dos. **O tratamento da informação: currículos prescritos, formação de professores e implementação na sala de aula**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, R. M. **Estado da arte e história da pesquisa em Educação Estatística em Programas Brasileiros de Pós-Graduação**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2015.

SBC. **Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica**. 2018. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/1177-diretrizespara-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acessado em 15/10/2022.

SCHREIBER, Karla Priscila; PORCIÚNCULA, Mauren. **R Commander como proposta de formação para o ensino de Estatística**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) — Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019. Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/4812988/karla-priscila-schreiber>. Acesso em: 15 março. 2024.

SELWYN, N. **Educação e Tecnologia: questões críticas**. In: FERREIRA, G. M. S.;

ROSADO, L. A. S.; CARVALHO, J. S. (orgs.). Rio de Janeiro: UNESA, 2018. p. 85-102. Disponível em: <https://bit.ly/2nOEwuD>. Acesso em: 17 out. 2022.

SILVA, C. B. **Pensamento estatístico e raciocínio sobre variação: um estudo com professores de Matemática**. 2007. 355 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2007.

SILVA, D. C. Da. **Letramento estocástico: uma possível articulação entre os letramentos estatístico e probabilístico**. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2018.

SILVA, F. V. J. **Explorando as ondas trigonométricas através do desenvolvimento de animações em Python, usando o Raspberry Pi como tecnologia de suporte**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) — Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2018. Disponível em: https://www2.uesb.br/ppg/profmat/?post_type=dissertacao. Acesso em: 15 março. 2024.

SILVEIRA, Wagner Figueiredo. **Pensamento Computacional no Ensino do Cálculo da**

Área de Figuras Planas na Educação Básica. 2021. Dissertação (Mestrado em Matemática) — Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2021. Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/5051725/wagner-figueiredo-silveira>. Acesso em: 14 março. 2024.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986.

THE R PROJECT FOR STATISTICAL COMPUTING. **R-project**, s/d. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em 20 out 2024.

VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologia digitais de informação e comunicação: a passagem do currículo da era do lápis e papel para o currículo da era digital. In: CAVALHEIRI, A.; ENGERROFF, S. N.; SILVA, J. C. (Org.). **As novas tecnologias e os desafios para uma educação humanizadora**. 1º ed. Santa Maria: Biblos, 2013.

VANCE, A. Data analysts captivated by R's power. New York Times, 2009.

WHITE, D.; LE CORNU, A. Visitors and Residents: a new typology for online engagement. **First Monday**, v. 16, n. 9, 2011.

XAVIER, M. C.; TEIXEIRA, C. R.; SILVA, B. P. S. da. Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação e os desafios do educador. **Dialogia**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 105-115, 2010.

ZANETTI, H. A. P., BORGES, M. A. F. e RICARTE, I. L. M. **Pensamento Computacional no Ensino de Programação: Uma Revisão Sistemática da Literatura Brasileira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 5.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 27., 2016, Uberlândia, Anais [...]. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2016. p. 21-30. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/article/view/6677>. Acesso em: 17 out. 2022.

APÊNDICE 1 — PRÉ-TESTE

Questão 01

Na escola Pitágoras, a nota da unidade de um aluno é dada pela média das 4 avaliações realizadas por ele. O quadro a seguir mostra as notas de Matemática dos alunos A e B na 1^o unidade.

Notas das avaliações de Matemática na 1^o unidade

Avaliações	Notas do aluno A	Notas do aluno B
1 ^o avaliação	7,0	3,0
2 ^o avaliação	8,0	6,0
3 ^o avaliação	7,0	9,0
4 ^o avaliação	6,0	10,0

Fonte: Autora.

- a) Qual a média, em Matemática, de cada um desses alunos na 1^a unidade? Justifique sua resposta com os cálculos.
- b) Qual o desvio padrão de cada um desses alunos nessa unidade? Justifique sua resposta com os cálculos.

Questão 02

Ao final de cada semestre do ano, para regular suas finanças, Hipátia calculava a média da sua conta bancária naquele período. Durante os 6 primeiros meses do ano de 2023 o saldo da conta bancária de Hipátia foi registrado no quadro a seguir.

Saldo da conta bancária nos 6 primeiros meses de 2023

Janeiro	R\$ 100,00
Fevereiro	R\$ - 180,00
Março	R\$ - 90,00
Abril	R\$ 70,00
Maior	R\$ 0,00
Junho	R\$ 40,00

Fonte: Autora.

- a) Qual a média do saldo da conta bancária de Hipátia nos 6 primeiros meses do ano de 2023? Justifique sua resposta com os cálculos.
- b) Qual deve ser o saldo da conta bancaria de Hipátia em julho para que a média do saldo da conta bancaria de janeiro a julho do ano de 2023 seja R\$ 20?

Questão 03

Em um estudo sobre o tempo de reação dos motoristas ao volante, foram coletados os tempos de reação de uma amostra dos motoristas. Os resultados foram os seguintes (em segundos): 2,5; 2,7; 2,6; 2,8; 2,4; 2,9; 2,7; 2,5; 2,6; 2,8; 2,5; 2,7; 2,6; 2,8; 2,4; 2,9; 2,7; 2,5; 2,6. Como é possível determinar a melhor estimativa do tempo de reação dos motoristas? Justifique sua resposta.

Questão 04

A média das alturas de seis jogadores de basquete é 190 centímetros. Se as alturas de cinco dos jogadores são 195, 200, 185, 190 e 185 centímetros.

- a) Qual é a altura do sexto jogador? Justifique as suas respostas.
- b) Se entrar no time mais um jogador com 184 cm de altura, o que acontecerá com a média das alturas desse time? Justifique as suas respostas.

Questão 05

A tabela abaixo apresenta a distribuição de frequências das massas (medidas em quilograma) de um grupo de crianças.

Massas de um grupo de crianças

Massa	Quantidade
40 ┆ 50	8
50 ┆ 60	6
60 ┆ 70	5
70 ┆ 80	10
80 ┆ 90	6

Fonte: Autora.

Qual a média aritmética das massas desse grupo de crianças?

Questão 06

Durante as aulas de Matemática, o professor separou os estudantes em grupos para uma competição e anotou a nota de cada grupo no quadro a seguir.

Notas dos grupos na competição de Matemática

Grupo	Nota 1	Nota 2	Nota 3
Alfa	6	8	4
Beta	7	9	5
Gama	7	8	6

Fonte: Autora.

O grupo vencedor seria aquele que tivesse a maior média. Em caso de empate, ganharia o grupo com notas mais regulares. Analisando as notas da tabela, qual o grupo que ganhou a competição? Justifique sua resposta.

Questão 07

Em uma prova de regularidade, a equipe campeã é aquela em que o tempo dos participantes mais se aproxima do tempo fornecido pelos organizadores em cada etapa. Um campeonato foi organizado em 5 etapas, e o tempo médio de prova indicado pelos organizadores foi de 50 minutos por prova. No quadro, estão representados os dados estatísticos das 5 equipes mais bem classificadas após as 5 provas.

Dados estatísticos das equipes mais bem classificadas (em minutos)

Equipes	Média	Desvio padrão
Equipe I	50	5
Equipe II	50	4
Equipe III	50	1
Equipe IV	50	3
Equipe V	50	2

Fonte: Autora.

Analisando da tabela anterior, qual a equipe campeã? Justifique sua resposta.

Questão 08

Em uma pequena empresa, os salários dos funcionários são os seguintes (em reais):

Salários dos funcionários de uma empresa (em reais)

Número de funcionários	Salário
10	R\$ 1.500,00
4	R\$ 2.000,00
2	R\$ 3.500,00
2	R\$ 30.000,00

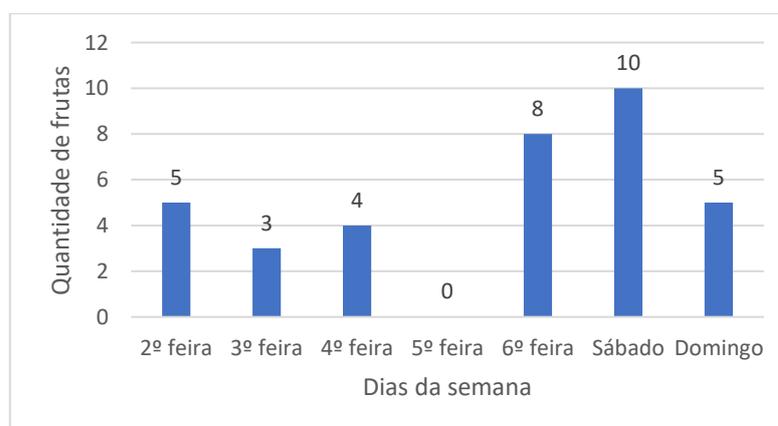
Fonte: Autora.

a) Sabendo que o salário de R\$ 30.000,00 é o dos donos da empresa. Calcule a média aritmética e o desvio padrão dos salários dessa empresa.

b) Você acha que a presença do salário de R\$30.000,00 afeta a média salarial da empresa? Justifique suas respostas.

Questão 09

O gráfico a seguir informa o consumo de frutas da família de Maria durante uma semana.



Fonte: Autora.

Considerando as informações destacadas no gráfico, responda:

- a) Qual o consumo médio diário de frutas dessa família? Justifique sua resposta com cálculos.
- b) Qual o desvio padrão do consumo dessas frutas? Justifique sua resposta com cálculos.

Questão 10

Galileu terminou o ensino médio e pretende começar a trabalhar para ajudar nas contas de casa. Após fazer algumas entrevistas ele foi selecionado pela empresa Alfa e pela empresa Beta e agora precisa decidir em qual delas irá trabalhar. Para isso, Galileu conseguiu algumas informações das empresas que foram colocadas no quadro a seguir.

Informações sobre a empresa A e B

Empresa	Média dos salários	Desvio padrão da média dos salários
Alfa	R\$ 4.000,00	R\$ 1.000,00
Beta	R\$ 5.000,00	R\$ 3.000,00

Fonte: Autora.

Com essas informações sobre as empresas e sabendo que Galileu começará no cargo mais baixo, é mais vantajoso que ele escolha trabalhar na empresa Alfa ou na empresa Beta? Justifique sua resposta.

APÊNDICE 2 — QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

1. Antes da aplicação dessa sequência didática na disciplina de Matemática você já conhecia a linguagem de programação R?

2. Você conhecia alguma outra linguagem de programação que não o R? Em caso positivo, cite exemplos.

3. Você sentiu dificuldade nos comandos utilizados no R? Justifique.

4. As atividades foram realizadas utilizando o ambiente do Posit Cloud. Você sentiu alguma dificuldade devido ao site ser em inglês? Justifique.

5. Você acredita que o software auxiliou na aplicação de conceitos estatísticos durante a aula? Cite exemplos.

6. Diante dos conceitos de estatística por meio do software RStudio, na sua opinião, descreva quais foram as vantagens e desvantagem de uma aula com essa dinâmica.

ANEXO 1 — PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DE PERNAMBUCO -
UFRPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTATÍSTICA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE ENSINO UTILIZANDO A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO R.

Pesquisador: BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 80059024.3.0000.9547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO- UFRPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.073.778

Apresentação do Projeto:

Retirado de PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2339303.pdf submetido em 15/08/2024

Resumo:

O crescimento da cultura digital ϵ no Brasil e no mundo ϵ foi um impulsionador para as mudanças na educação básica, tornando o uso de informática diferencial na formação dos estudantes. Outrossim, o campo da Estatística é capaz de desenvolver competências e habilidades aliadas à formação cidadã, visto que, não se trata apenas de fórmulas e cálculos, mas também da leitura, compreensão e representação de dados da vida

cotidiana. Assim, considerando a importância do campo da Estatística e a inserção da informática na educação básica, esse estudo propõe explorar o potencial da linguagem de programação R como recurso didático para o ensino de Estatística no ensino médio. Quanto à metodologia, adotamos uma abordagem qualitativa e exploratória. Os participantes serão alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola privada localizada em Paulista - Pernambuco. A construção da pesquisa se baseou nos princípios da engenharia didática descrita por Michele Artigue (1996), que compreende quatro fases: análises preliminares, concepção e análise a priori, experimentação e análise a posteriori. As fases 1 e 2 foram realizadas e detalhadas nos aspectos metodológicos, enquanto as fases 3 e 4 serão conduzidas durante a aplicação da pesquisa. Espera-se que este estudo contribua para o desenvolvimento de pesquisas no campo

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, 1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE
Bairro: Recife **CEP:** 52.171-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3320-6638 **E-mail:** cep@ufrpe.br

Continuação do Parecer: 7.073.778

da educação, promovendo uma abordagem inovadora para o ensino de Estatística por meio da integração de tecnologias digitais e programação.

Objetivo da Pesquisa:

Retirado de PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2339303.pdf submetido em 15/08/2024

Objetivo Primário:

Analisar o uso da linguagem de programação R como recurso didático para desenvolver conhecimentos estatísticos no ensino médio.

Objetivo Secundário:

- 1) Implementar uma sequência didática utilizando a linguagem de programação R na construção de conhecimentos de média aritmética e desvio padrão no ensino médio.
- 2) Avaliar os efeitos de uma sequência didática para a construção de conhecimentos estatísticos no ensino médio.
- 3) Avaliar o uso da linguagem de programação em R como ferramenta didática no ensino de estatística.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Retirado de PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2339303.pdf submetido em 15/08/2024

Riscos:

Os participantes da pesquisa podem apresentar desconforto frente às câmeras utilizadas para a videogravação. Esse desconforto pode gerar alteração das respostas atribuídas, estresse, nervosismo, medo, pressão e irritação. Essas situações podem ser minimizadas pelo esclarecimento da pesquisadora sobre o sigilo das informações, o anonimato dos participantes e o não compartilhamento das gravações, que ficarão arquivadas apenas no computador pessoal da pesquisadora. Além disso, deverá ser enfatizado que, em nenhuma hipótese, haverá divulgação das vídeo gravações, evitando possíveis reconhecimentos por voz.

Benefícios:

Com relação aos benefícios dessa pesquisa os estudantes terão a oportunidade de rever conteúdos de Matemática sob uma perspectiva diferente, além de se envolverem com tecnologias digitais. Para muitos, pode ser o primeiro contato com linguagem de programação, estimulando o interesse em explorar esse campo no futuro. Ademais, é importante ressaltar a oportunidade de participar de uma pesquisa científica no âmbito do ensino/educação, proporcionando uma experiência enriquecedora.

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, 1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE
Bairro: Recife **CEP:** 52.171-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3320-6638 **E-mail:** cep@ufrpe.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DE PERNAMBUCO -
UFRPE**



Continuação do Parecer: 7.073.778

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de mestrado para o PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - UFRPE orientado por Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade. Projeto com 21 participantes formado por estudantes de uma turma do 3º ano do ensino médio. Data de início de coleta em 16/09/2024 e entrega da dissertação até fevereiro de 2025

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide " Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

Vide " Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Lista completa de documentos em conformidade com as resoluções e normas do CNS.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios de pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciadas no CEP, conforme Resolução CNS n.466/12, item XI.2.d e Resolução CNSn.510/16, art.28, item V.
2. Ressalta-se que cabe ao pesquisador "manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa", conforme Resolução CNS 466/2012, item XI

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2339303.pdf	15/08/2024 12:32:18		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	BEATRIZ_SOUSA_PROJETO_ALTERADO.pdf	15/08/2024 12:31:36	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	15/08/2024 12:30:02	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	15/08/2024 12:00:34	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TALE.pdf	14/08/2024 14:09:21	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, 1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE
Bairro: Recife **CEP:** 52.171-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3320-6638 **E-mail:** cep@ufrpe.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DE PERNAMBUCO -
UFRPE**



Continuação do Parecer: 7.073.778

Ausência	TALE.pdf	14/08/2024 14:09:21	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MAIORES_DE_18_ANOS_OU_E_MANCIPADOS.pdf	14/08/2024 14:08:55	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEIS_MENORES_D E_18_ANOS.pdf	14/08/2024 14:08:26	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Folha de Rosto	folha_De_Rosto_assinado.pdf	10/05/2024 19:02:23	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Outros	Curriculos_Lattes_Beatriz.pdf	09/05/2024 20:18:50	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Vladimir.pdf	09/05/2024 20:18:34	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Outros	CVI_declaracao.pdf	09/05/2024 20:15:08	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Outros	TERMO_DE_COMPROMISSO_E_CON FIDENCIALIDADE_BEATRIZ_assinado. pdf	09/05/2024 20:12:01	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_BEATRIZ.pdf	09/05/2024 20:00:20	BEATRIZ BEZERRA DE SOUSA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 12 de Setembro de 2024

**Assinado por:
MAITE KULESZA
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, 1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE
Bairro: Recife **CEP:** 52.171-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3320-6638 **E-mail:** cep@ufrpe.br