

## **Regressão linear interativa: um aplicativo para auxiliar alunos na compreensão de modelos estatísticos**

### **Interactive linear regression: an application to help students understand statistical models**

### **Regresión lineal interactiva: una aplicación para ayudar a los estudiantes a comprender los modelos estadísticos**

DOI: 10.55905/rcssv14n7-011

Received on: Jun 9<sup>th</sup>, 2025

Accepted on: Jun 27<sup>th</sup>, 2025

**Marcus Alexandre Nunes**

PhD em Estatística

Instituição: Pennsylvania State University

Endereço: Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: marcus.nunes@ufrn.br

#### **RESUMO**

Em uma sociedade intensamente orientada por dados, o letramento estatístico torna-se uma competência essencial para a formação de cidadãos críticos e conscientes. Este artigo apresenta o desenvolvimento técnico e pedagógico de um aplicativo interativo construído com o pacote shiny, da linguagem de programação R, disponível em <https://shiny.estadistica.ccet.ufrn.br/regressao-linear-interativa/> e voltado ao ensino de regressão linear simples. A ferramenta permite que usuários insiram manualmente pontos em um plano cartesiano, visualizando, em tempo real, a reta de regressão ajustada, seus coeficientes, equação, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), tabela ANOVA e gráficos de diagnóstico do modelo. O estudo adota uma abordagem exploratória aplicada, alinhando-se aos princípios da aprendizagem ativa e da visualização interativa de dados. O aplicativo foi desenvolvido com base em fundamentos pedagógicos construtivistas, permitindo experimentação direta com dados e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos estatísticos. Iniciativas como esta contribuem para modernizar o ensino da estatística, promovendo um aprendizado mais significativo e conectado à realidade dos estudantes, ao mesmo tempo em que abrem caminhos para futuras pesquisas e aperfeiçoamentos da ferramenta.

**Palavras-chave:** Letramento Estatístico, Aprendizagem Ativa, Tecnologias Educacionais, *Software*.

#### **ABSTRACT**

In a society that is intensely data-driven, statistical literacy becomes an essential skill for the development of critical and conscious citizens. This article presents the technical and pedagogical development of an interactive application built with the shiny package of the R programming language, available at <https://shiny.estadistica.ccet.ufrn.br/regressao-linear-interativa/> and aimed at teaching simple linear regression. The tool allows users to manually insert points on a Cartesian plane, viewing, in real time, the adjusted regression line, its coefficients, equation, coefficient of determination ( $R^2$ ), ANOVA table and

diagnostic plots of the model. The study adopts an applied exploratory approach, aligning with the principles of active learning and interactive data visualization. The application was developed based on constructivist pedagogical foundations, allowing direct experimentation with data and promoting a deeper understanding of statistical concepts. Initiatives like this contribute to modernizing the teaching of statistics, promoting more meaningful learning that is connected to the reality of students, while also paving the way for future research and improvements to the tool.

**Keywords:** Statistical Literacy, Active Learning, Educational Technologies, Software.

## RESUMEN

En una sociedad altamente basada en datos, la alfabetización estadística se convierte en una habilidad esencial para el desarrollo de ciudadanos críticos y conscientes. Este artículo presenta el desarrollo técnico y pedagógico de una aplicación interactiva, producida con el lenguaje de programación R, disponible en <https://shiny.estadistica.ccet.ufrn.br/regressao-linear-interativa/> y diseñada para la enseñanza de regresión lineal simple. La herramienta permite a los usuarios insertar manualmente puntos en un plano cartesiano, visualizando en tiempo real la recta de regresión ajustada, sus coeficientes, la ecuación, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), la tabla ANOVA y los gráficos de diagnóstico del modelo. El estudio adopta un enfoque exploratorio aplicado, alineado con los principios del aprendizaje activo y la visualización interactiva de datos. La aplicación se desarrolló con fundamentos pedagógicos constructivistas, lo que permite la experimentación directa con datos y promueve una comprensión más profunda de los conceptos estadísticos. Iniciativas como esta contribuyen a modernizar la enseñanza de la estadística, promoviendo un aprendizaje más significativo y conectado con la realidad del alumnado, a la vez que sientan las bases para futuras investigaciones y mejoras de la herramienta.

**Palabras clave:** Alfabetización Estadística, Aprendizaje Activo, Tecnologías Educativas, Software.

## 1 INTRODUÇÃO

Vivemos em uma sociedade cada vez mais orientada por dados. Tabelas, gráficos, médias, percentuais e projeções estatísticas circulam com frequência em noticiários, redes sociais, decisões de políticas públicas e no cotidiano das pessoas. Nesse cenário, torna-se urgente que cidadãos desenvolvam competências não apenas para interpretar essas informações, mas também para questioná-las e utilizá-las de forma crítica e fundamentada. Essa competência é conhecida como letramento estatístico (Monteiro e Carvalho, 2021), e seu desenvolvimento é considerado um dos pilares da educação contemporânea, especialmente em tempos de desinformação e excesso de dados.

Apesar de sua importância, o ensino da estatística ainda enfrenta diversos desafios. Em muitos contextos educacionais, os conteúdos são apresentados de maneira descontextualizada, centrando-se em procedimentos mecânicos de cálculo, com pouco espaço para a análise crítica, a exploração de contextos reais ou a construção colaborativa do conhecimento. Tais limitações comprometem o desenvolvimento do raciocínio estatístico dos estudantes e sua capacidade de aplicar os conceitos aprendidos a situações concretas.

Diante disso, cresce o interesse por abordagens pedagógicas mais ativas, que envolvam os alunos em tarefas de investigação, experimentação e tomada de decisões. Uma das estratégias promissoras nesse sentido é o uso de ferramentas digitais interativas, que permitam aos estudantes explorar visualmente os conceitos estatísticos e observar, em tempo real, os efeitos de diferentes manipulações nos dados. Interfaces interativas facilitam o entendimento de temas muitas vezes considerados abstratos ou complexos, tornando a aprendizagem mais envolvente e significativa. Com isso

O pacote shiny (Chang et al, 2024), da linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2025), oferece um ambiente flexível e acessível para o desenvolvimento de aplicativos web interativos voltados ao ensino de estatística. Entretanto, nem sempre existem aplicativos disponíveis que atendam às necessidades específicas de um determinado curso, conteúdo ou público-alvo, o que exige do professor ou instrutor a capacidade de desenvolver suas próprias soluções.

Este artigo se insere nesse contexto. Seu objetivo é apresentar o desenvolvimento técnico e pedagógico de um aplicativo interativo online criado com o pacote shiny, voltado ao ensino e à exploração do modelo de regressão linear simples. A ferramenta permite a inserção manual de pontos no plano cartesiano e, a partir deles, ajusta uma reta de regressão, exibindo em tempo real os coeficientes estimados, a equação da reta, o  $R^2$ , a tabela ANOVA e os principais gráficos de diagnóstico do modelo. O aplicativo busca ser um recurso didático de fácil acesso, gratuito, visual e responsivo, que possa ser utilizado tanto em sala de aula quanto de forma autônoma por estudantes e docentes.

Este artigo, portanto, apresenta um aplicativo online que dialoga com princípios de aprendizagem ativa, exploração visual e construção do raciocínio estatístico, promovendo a interação entre teoria e prática de forma dinâmica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A sociedade contemporânea é atravessada por dados. Gráficos, porcentagens, probabilidades e tabelas estão presentes nas mídias, nas políticas públicas e até em decisões cotidianas simples. Nesse cenário, o letramento estatístico se configura como uma competência essencial, ao permitir que cidadãos não apenas compreendam, mas também analisem criticamente as informações quantitativas que os cercam. Estudantes de estatística, em particular, precisam dominar estes conceitos e outros mais, como modelagem de dados.

O letramento estatístico é entendido, segundo Gal (2002), como a capacidade de interpretar, avaliar e comunicar informações baseadas em dados, o que exige tanto conhecimento técnico quanto disposições cognitivas e afetivas. Seu modelo propõe uma estrutura multidimensional, envolvendo: (i) conhecimentos estatísticos conceituais; (ii) conhecimento do contexto onde os dados são gerados e utilizados; e (iii) atitudes como senso crítico, curiosidade e disposição para questionar. Em complemento, Garfield (2002) distingue o raciocínio estatístico como a habilidade de compreender conceitos fundamentais como variabilidade, amostragem e distribuição, e de aplicar esse entendimento à resolução de problemas e à avaliação de argumentos baseados em dados.

Na prática pedagógica, no entanto, essas habilidades frequentemente são abordadas de forma fragmentada. O ensino da estatística, sobretudo em contextos escolares e universitários, ainda tende a privilegiar uma abordagem procedimental, centrada em cálculos e fórmulas, em detrimento da problematização de contextos e da análise crítica. Garfield (2002) argumenta que essa abordagem é insuficiente para o desenvolvimento do raciocínio estatístico e propõe, em seu lugar, práticas pedagógicas baseadas em investigação, uso de dados reais e construção colaborativa do conhecimento.

A importância de uma abordagem contextualizada também é enfatizada por Gal (2019), que propõe que o ensino de estatística incorpore "contextos significativos e importantes", isto é, situações socialmente relevantes e compreensíveis para os estudantes, nas quais a análise de dados se torne não apenas mais concreta, mas também mais interessantes no contexto que os cercam. Esse aspecto ganha força na abordagem freiriana da educação estatística, particularmente discutida por Monteiro e Carvalho (2021), em que se destaca a ideia de um letramento que emancipa e dialoga com os problemas sociais, aproximando-se da tradição crítica da pedagogia brasileira.

No caso do Brasil, Gal (2021) aponta desafios específicos na promoção do letramento estatístico, destacando três frentes prioritárias: (a) a reformulação do ensino formal de estatística, ainda muito centrado em exercícios mecânicos; (b) a integração de programas de letramento estatístico em espaços de educação não formal, como centros comunitários e organizações sociais; e (c) a necessidade de políticas públicas voltadas ao letramento da população adulta, sobretudo diante da avalanche de dados que caracterizam a sociedade digital.

A pandemia da COVID-19 escancarou essa necessidade. Durante o período pandêmico, os cidadãos foram inundados por dados tais como taxas de letalidade, porcentagens de vacinação, médias móveis de casos e óbitos, dentre outros, cuja interpretação correta demandava conhecimentos estatísticos que muitas vezes estavam ausentes da formação escolar básica. A dificuldade de leitura e compreensão desses dados tornou-se um fator agravante da desinformação (Carvalho et al, 2021), reforçando o argumento de que o letramento estatístico é uma habilidade cívica essencial no século XXI.

Frente a esse cenário, diversos autores convergem quanto à necessidade de uma mudança paradigmática no ensino de estatística. Em lugar de uma abordagem conteudista e algoritmizada, propõe-se uma pedagogia da problematização, centrada na análise crítica de dados reais. As atividades devem ir além de ensinar a calcular médias ou construir gráficos: elas devem estimular o aluno a fazer perguntas, levantar hipóteses, investigar causas e consequências, comunicar achados e, sobretudo, desenvolver uma postura crítica diante da informação quantitativa.

O uso de interfaces interativas no ensino de estatística pode ser defendido como uma maneira de promover a aprendizagem de conceitos na área. Doi et al (2016) defendem que a interatividade contribui para compreensão de tópicos e conceitos, embora nem sempre cada professor consiga encontrar um aplicativo interativo que atenda perfeitamente às suas necessidades. Nunes (2022) defende que a modernização do currículo dos cursos de estatística deve passar por conteúdos que tratem de ferramentas de aprendizado estatístico e a os conceitos básicos de regressão linear simples servem como fundamentação para este tipo de atualização.

Sendo assim, além da remodelação na abordagem do ensino de estatística, a utilização de aplicativos interativos pode ajudar os estudantes a compreenderem de forma mais eficiente os conceitos estatísticos trabalhados. Dada a necessidade de alguns instrutores necessitarem criar aplicativos específicos para as suas necessidades

educacionais, Nunes (2024) apresenta um tutorial de como aplicativos deste tipo podem ser criados e hospedados online utilizando a linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2025) e o pacote shiny (CHANG et al., 2023).

Algumas iniciativas recentes nessa área são Arnholt (2018), Wang et al. (2021) e Wang e Cai (2024). O primeiro artigo descreve um aplicativo escrito em shiny capaz de auxiliar o aluno a compreender os conceitos de poder de um teste estatístico. Ao alterar os parâmetros do aplicativo, o usuário percebe como o tipo de hipótese alternativa, o tamanho amostral, o fato da variância populacional ser ou não conhecida, dentre outros, é capaz de alterar o poder de um teste.

Wang et al. (2021) demonstram como utilizaram as dificuldades dos seus estudantes com conceitos estatísticos para criar aplicativos interativos. Em particular, os próprios estudantes determinaram os conceitos que mais sentiam dificuldade e como eles poderiam ajudar a si mesmos e a outros através da construção de aplicativos educacionais. O artigo ainda reporta testes realizados com quatro destes aplicativos e quais resultados foram obtidos a partir deles.

O entendimento de conceitos mais complexos também pode ser amplificado com o uso deste tipo de ferramenta. Wang e Cai (2024) demonstram como máquinas de vetor suporte, um modelo estatístico que pode parecer não-intuitivo para a maioria dos estudantes, pode ser compreendido de maneira mais eficiente e interativa com o uso de um aplicativo online.

Em síntese, o letramento e o raciocínio estatístico são pilares fundamentais da educação contemporânea. Eles capacitam o sujeito a navegar com criticidade e autonomia em um mundo saturado de dados, promovendo não apenas a competência técnica, mas também a cidadania ativa e consciente. Superar os desafios existentes - curriculares, didáticos, formativos e sociais - é uma tarefa urgente, que exige a articulação entre teoria, prática e compromisso social.

### **3 METODOLOGIA**

Este artigo apresenta o processo de concepção, desenvolvimento e descrição técnica de um aplicativo interativo online, elaborado com o pacote shiny da linguagem de programação R. Seu objetivo é proporcionar um ambiente visual e dinâmico para a exploração dos conceitos fundamentais de regressão linear simples. A seção a seguir

descreve os procedimentos empregados na construção do aplicativo, incluindo os princípios pedagógicos que orientaram sua estruturação, a arquitetura computacional utilizada, os recursos disponíveis e os cenários de uso previstos.

### 3.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo de natureza aplicada e tecnológica, com abordagem exploratória, voltado à construção e disseminação de um artefato digital de código aberto. A metodologia utilizada está alinhada aos princípios do design instrucional baseado em tecnologia, priorizando a criação de recursos educacionais interativos que possam ser integrados a práticas de ensino da estatística em nível introdutório e intermediário. O foco principal recai sobre a documentação e justificativa do desenvolvimento do aplicativo, e não sobre a avaliação empírica de sua eficácia junto a usuários finais.

### 3.2 FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS

O aplicativo foi concebido com base em princípios da aprendizagem ativa e da visualização interativa de dados, buscando favorecer o desenvolvimento do raciocínio estatístico por meio da experimentação. A regressão linear simples, por ser um dos modelos mais ensinados em cursos introdutórios de estatística, foi escolhida como tema central da aplicação, devido à sua importância conceitual e à possibilidade de ser explorada visualmente com relativa simplicidade.

A proposta assume que a manipulação direta de dados, através da inserção manual de pontos no plano cartesiano, promove a observação de efeitos imediatos nos gráficos. Acreditamos que isso fomenta uma aprendizagem mais significativa aos estudantes. O ambiente digital permite que o usuário da ferramenta explore hipóteses, observe padrões e relacione conceitos estatísticos com representações visuais, o que está em consonância com as abordagens construtivistas e exploratórias do ensino de estatística.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

O aplicativo foi desenvolvido inteiramente na linguagem de programação R, utilizando o pacote shiny (Chang et al., 2023), que possibilita a criação de interfaces web

interativas sem a necessidade de conhecimentos avançados em HTML, CSS ou JavaScript (Nunes, 2025). A estrutura da aplicação segue o modelo clássico do shiny, dividido em dois componentes principais. O primeiro destes componentes é a Interface do Usuário (UI), onde são definidos os elementos visuais e interativos com os quais o usuário pode interagir, como menus, botões, caixas de seleção, gráficos e textos explicativos. O segundo componente utilizado é o Servidor (Server), no qual são processadas as ações do usuário, cálculos estatísticos, geração de gráficos e atualizações reativas de conteúdo.

O desenvolvimento do aplicativo ocorreu no ambiente RStudio, com o suporte de diversos pacotes complementares. No total, sete pacotes foram utilizados para a criação da ferramenta:

- shiny: framework para criar aplicações web interativas diretamente do R, permitindo desenvolver dashboards e interfaces de usuário que o programador tenha conhecimento em HTML, CSS ou JavaScript.
- shinythemes: fornece temas para personalizar a aparência de aplicações shiny, alterando seus estilos e cores.
- ggplot2: sistema de visualização de dados baseado na gramática dos gráficos, permitindo criar os gráficos necessários para a visualização da regressão linear construída.
- dplyr: pacote para manipulação e transformação de dados.
- knitr: gerador de relatórios dinâmicos que permite integrar código R com texto em documentos, gerando relatórios em HTML, PDF ou Word.
- kableExtra: extensão do knitr para criar tabelas HTML e LaTeX com formatação avançada, cores, agrupamentos e estilos personalizados.
- performance: avalia a qualidade e o desempenho de modelos estatísticos através de métricas como  $R^2$ , AIC, diagnósticos de resíduos e testes de adequação.

A versão final do aplicativo foi hospedada em um servidor próprio, fornecido pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Este aplicativo é acessado através do endereço <https://shiny.estadistica.ccet.ufrn.br/regressao-linear-interativa/>, que permite acesso gratuito e sem necessidade de instalação local na máquina do usuário, bastando uma conexão ativa com a internet. Além disso, o aplicativo possui interface responsiva, podendo ser acessado em computadores ou dispositivos *mobile*. O código-fonte completo foi disponibilizado em repositório público no GitHub, sob licença aberta, com documentação disponível para facilitar sua replicação e modificação por outros docentes,

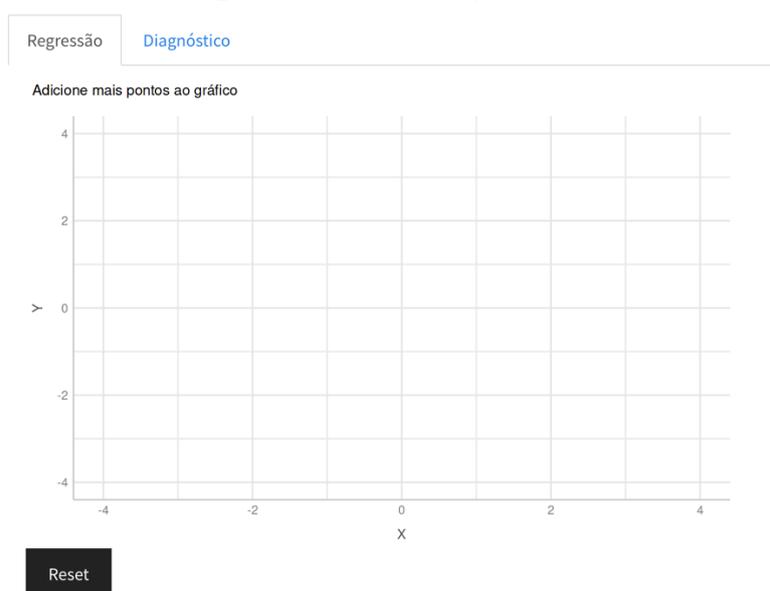
estudantes ou desenvolvedores. Este repositório pode ser acessado através do endereço <https://github.com/mnunes/regressao/>.

### 3.4 ESTRUTURA E FUNCIONALIDADES

O aplicativo é organizado em uma interface com duas abas, cada uma dedicada a uma função específica do processo de construção e interpretação de uma regressão linear simples. Estas abas se chamam Regressão e Diagnóstico.

A aba Regressão é utilizada para a inserção dos dados a serem utilizados na reta de regressão a ser ajustada. Ao entrar no aplicativo, o usuário visualiza uma tela em branco, pedindo que mais pontos sejam adicionados ao gráfico, conforme Figura 1.

Figura 1: Tela inicial do aplicativo.

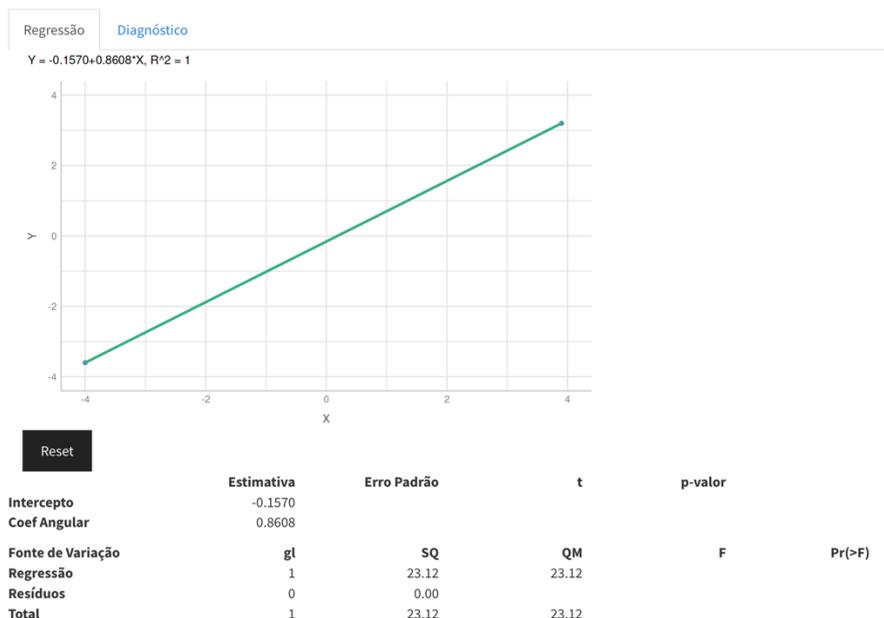


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Ao menos dois pontos devem ser inseridos para que uma reta seja ajustada a eles. Após o número mínimo de pontos ser adicionado, a tela do aplicativo é atualizada. A reta que melhor se ajusta a estes pontos é desenhada e a mensagem pedindo para inserir mais pontos é substituída pela equação desta reta. A seu lado é exibido o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) deste ajuste. Além disso, a tabela ANOVA da regressão surge abaixo da área do gráfico, informando as estimativas e erros padrão dos coeficientes estimados,

bem como as fontes de variação, somas de quadrados e resultados dos testes de hipóteses associados com a regressão realizada. Esse comportamento pode ser visto na Figura 2.

Figura 2: Resultado da adição de dois pontos à área do gráfico.

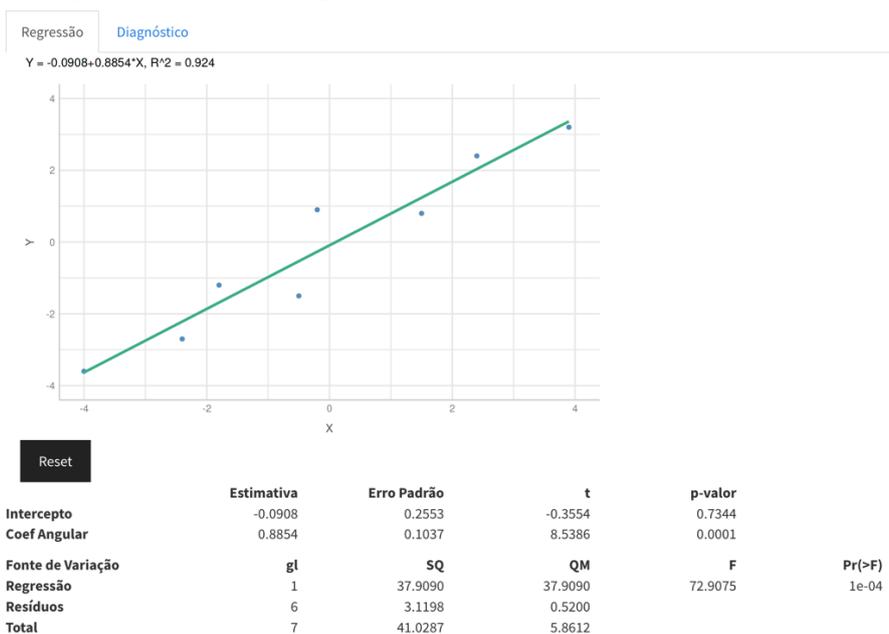


Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

É possível perceber na Figura 2 que alguns campos da tabela ANOVA estão em branco. Como apenas dois pontos foram adicionados ao gráfico, o número de graus de liberdade (gl) dos Resíduos é igual a zero. Sendo assim, não é possível calcular os quadrados médios respectivos, pois uma divisão por zero é criada. Com isso, também não é possível calcular os erros padrão, estatísticas *t* e p-valores para ambos os coeficientes. A estatística *F* e o p-valor da reta de regressão (representada como  $P(>F)$  para manter o padrão encontrado no *software R*) também estão em branco devido a esses graus de liberdade.

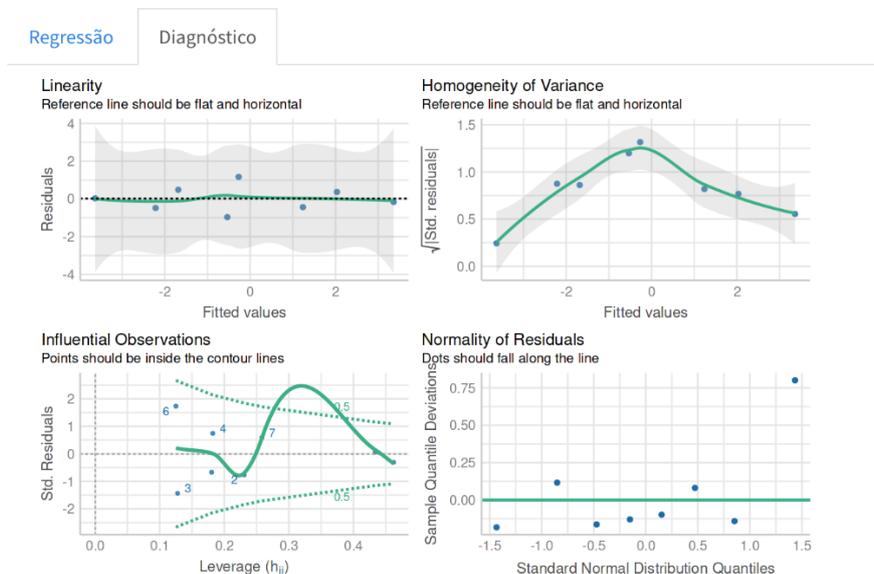
Ao adicionar mais pontos no gráfico, como exibido na Figura 3, estes campos são automaticamente preenchidos. Adicionamos mais seis pontos ao gráfico, totalizando assim uma regressão realizada com oito pontos. É interessante notar que a equação da reta, bem como seu coeficiente de determinação, foram ambos atualizados nesta nova configuração. Com isso, os valores dos erros padrão, estatísticas *t* e p-valores para ambos os coeficientes, bem como a estatística *F* e o p-valor da reta de regressão foram calculados devido ao fato de termos todos os graus de liberdade com valores não-nulos.

Figura 3: Atualização do gráfico inicial, com mais seis pontos adicionados.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Figura 4: Gráficos de diagnóstico da reta de regressão ajustada.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A aplicação se completa com a aba Diagnóstico. Nela é possível analisar os resíduos da regressão ajustada. Isto é feito através de quatro painéis independentes. Os painéis e seus respectivos gráficos são apresentados na Figura 4. É importante notar que os resultados exibidos aqui foram obtidos a partir dos pontos inseridos manualmente exibidos na Figura 3.

O primeiro gráfico, chamado *Linearity*, exhibe a relação entre os resíduos do modelo e os valores ajustados. O esperado dessa relação é que a linha de referência (neste caso, ela está pintada na cor verde) seja plana e horizontal. Como é possível ver, este comportamento é alcançado.

A homogeneidade da variância dos resíduos é mostrada no segundo painel, intitulado *Homogeneity of Variance*. A linha de tendência, que também deveria ser plana e horizontal, na verdade mostra um padrão em forma de arco, indicando que a variância dos resíduos não é constante.

O terceiro painel, intitulado *Influential Observations*, é utilizado para identificar pontos que podem alavancar a reta ajustada, alterando demais a sua inclinação. Como é possível perceber, alguns dos pontos estão próximos das linhas de contorno de Distância de Cook (representadas pelas linhas curvas verdes tracejadas), mas nada que sugira uma preocupação grande.

Por fim, a normalidade dos resíduos é verificada no quarto painel. Nele, identificado como *Normality of Residuals*, os pontos deveriam se alinhar com a linha horizontal, mas há desvios visíveis, principalmente na extremidade direita.

Assim, os usuários podem manipular os pontos que inseriram na aba Regressão e ver instantaneamente como pontos diferentes geram comportamentos diferentes nos gráficos de diagnóstico do modelo. O processo de aprendizagem torna-se interativo, com experimentos podendo ser realizados e seu resultado torna-se disponível imediatamente, sem necessidade de acessar menus ou escrever códigos.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Embora o aplicativo tenha sido concebido com fins didáticos, seu uso não se restringe a contextos formais de ensino ou apenas pela utilização dos estudantes. Este aplicativo pode ser utilizado como ferramenta de apoio em aulas expositivas, com uso projetado pelo docente. Dessa forma, o docente pode exhibir o que determinados pontos fazem com o comportamento da reta de regressão e seus resíduos, bem como interagir com os alunos e verificar se eles conseguem prever o comportamento que será observado após a inserção ou retirada de pontos específicos.

Atividades práticas de laboratório, com exploração autônoma por parte dos estudantes, podem ser desenvolvidas. Evidentemente, este aplicativo pode ser utilizado como recurso complementar para estudo individual.

A proposta é que a ferramenta atue como mediadora entre a teoria estatística e sua aplicação empírica, promovendo um ambiente seguro para experimentação, sem a necessidade de instalar softwares complexos ou trabalhar diretamente com código.

Por se tratar de um estudo voltado à apresentação e descrição técnica de um artefato digital, não foram envolvidos participantes humanos, e não houve coleta de dados pessoais, sejam eles acadêmicos ou sensíveis. O aplicativo é de acesso público e gratuito, e seu uso não exige identificação por parte dos usuários. Sendo assim, o estudo está isento de submissão a comitê de ética, conforme previsto pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, para casos em que não há intervenção ou interação com seres humanos.

Como este estudo não inclui a aplicação empírica do aplicativo em contextos educacionais reais, não é possível avaliar diretamente sua eficácia na melhoria da aprendizagem ou na retenção de conceitos. A descrição apresentada neste artigo é, portanto, de natureza técnica e exploratória. Estudos futuros poderão investigar, por meio de métodos quantitativos e qualitativos, o impacto do uso do aplicativo em diferentes perfis de estudantes, disciplinas e níveis de formação.

Além disso, o aplicativo está limitado à modelagem de regressão linear simples, não contemplando, nesta versão, modelos múltiplos, polinomiais, generalizados, mistos ou técnicas de regularização. Também não inclui ferramentas para análise inferencial mais avançada, como construção de intervalos de confiança para os parâmetros estimados. Tais extensões podem ser adicionadas em versões futuras do aplicativo, conforme sugestões de usuários e possibilidades técnicas.

## 5 CONCLUSÃO

Em um contexto social marcado pela constante circulação de informações quantitativas, o desenvolvimento do letramento estatístico torna-se indispensável para a formação de cidadãos críticos e conscientes. Diante dos desafios ainda enfrentados pelo ensino tradicional da estatística, que frequentemente é oferecido de forma tradicional, o uso de tecnologias educacionais interativas surge como uma alternativa.

Este artigo apresentou o desenvolvimento técnico e pedagógico de um aplicativo interativo, elaborado com o pacote shiny da linguagem R, com foco na exploração da regressão linear simples. A ferramenta permite a inserção manual de dados, o ajuste automático de uma reta de regressão a eles e a posterior análise resíduo do modelo, oferecendo aos usuários um ambiente de experimentação e construção ativa de conhecimento. Sua interface responsiva, a gratuidade de acesso e a disponibilização do código-fonte reforçam seu caráter colaborativo e aberto.

Ao promover a interação entre teoria e prática por meio de representações visuais e manipulações em tempo real, o aplicativo alinha-se às abordagens pedagógicas baseadas na aprendizagem ativa e na investigação, favorecendo a autonomia do estudante e a compreensão conceitual dos fundamentos da estatística.

Embora o estudo tenha natureza exploratória e não tenha realizado testes empíricos de eficácia didática, os resultados sugerem que ferramentas como esta podem ocupar um papel relevante na modernização do ensino estatístico. Pesquisas futuras, com foco na avaliação do impacto do aplicativo em contextos reais de ensino e aprendizagem, poderão aprofundar sua validação e orientar melhorias.

Finalmente, este trabalho contribui para o movimento de inovação no ensino de estatística, ao propor uma solução concreta e replicável que integra princípios pedagógicos contemporâneos com recursos tecnológicos acessíveis. Espera-se que a iniciativa inspire outros docentes e pesquisadores a explorar o potencial dos ambientes interativos como catalisadores de um ensino mais engajado, crítico e significativo.

## REFERÊNCIAS

- ARNHOLT, Alan T. Using a Shiny app to teach the concept of power. *Teaching Statistics*, v. 41, n. 3, p. 79–84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/test.12186>.
- CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de; CARVALHO, Carolina Fernandes de; CARVALHO, Rafael Nicolau. Dados estatísticos e pandemia de Covid-19: reflexões sobre dimensões do letramento estatístico. In: MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de (orgs.). *Temas emergentes em letramento estatístico*. Recife: Editora UFPE, 2021. p. 182–203. ISBN 978-65-5962-018-0.
- CHANG, W.; CHENG, J.; ALLAIRE, J.; SIEVERT, C.; SCHLOERKE, B.; XIE, Y.; ALLEN, J.; McPHERSON, J.; DIPERT, A.; BORGES, B. *shiny: Web Application Framework for R*. 2024. R package version 1.10.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>. DOI: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.shiny>. Acesso em: 4 jul. 2025.
- DOI, JIMMY; POTTER, GAIL; WONG, JIMMY; ALCARAZ, IRVIN; CHI, PETER. Web Application Teaching Tools for Statistics Using R and Shiny. *Technology Innovations in Statistics Education*, v. 9, n. 1, 2016. DOI: 10.5070/T591027492.
- GAL, Iddo. *Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities*. *International Statistical Review*, Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd, v. 70, n. 1, p. 1–25, abr. 2002. DOI: 10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x.
- GAL, Iddo. *Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models*. In: CONTRERAS, José Miguel; GEA, María M.; LÓPEZ-MARTÍN, María M.; MOLINA-PORTILLO, Enrique (Eds.). *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística (CIVEEST)*. Granada: Universidad de Granada, 2019.
- GAL, Iddo. Promoting statistical literacy: challenges and reflections with a Brazilian perspective. In: MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de (orgs.). *Temas emergentes em letramento estatístico*. Recife: Editora UFPE, 2021. p. 37–59. ISBN 978-65-5962-018-0.
- GARFIELD, J. *The challenge of developing statistical reasoning*. *Journal of Statistics Education*, v. 10, n. 3, nov. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676>.
- MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de (orgs.). *Temas emergentes em letramento estatístico / Emerging themes in statistical literacy*. Recife: Editora UFPE, 2021. 515 p. (Coleção E-Books) ISBN 978-65-5962-018-0
- MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de. A emergência do letramento estatístico no mundo contemporâneo. In: MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima de (orgs.). *Temas emergentes em letramento estatístico*. Recife: Editora UFPE, 2021. p. 17–26. ISBN 978-65-5962-018-0.

NUNES, Marcus Alexandre. Modernizing the curricula of statistics courses through statistical learning. In: AWE, Olushina Olawale; LOVE, Kim; VANCE, Eric A. (Eds.). *Promoting Statistical Practice and Collaboration in Developing Countries*. Boca Raton; Abingdon: CRC Press/Taylor & Francis, 2022. p. 351–362. DOI: 10.1201/9781003261148-30.

NUNES, Marcus Alexandre. Building Interactive Visualizations with Shiny. In: AWE, O. Olawale; LOVE, Kim; VANCE, Eric A. (Eds.). *Practical Statistical Learning and Data Science Methods*. Cham: Springer, 2024. p. 313–324. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-72215-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-72215-8_13).

R CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 4 jul. 2025.

WANG, S. L.; ZHANG, A. Y.; MESSER, S.; WIESNER, A.; PEARL, D. K. Student-developed Shiny applications for teaching statistics. *Journal of Statistics and Data Science Education*, v. 29, n. 3, p. 218–227, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/26939169.2021.1995545>

WANG, Qing; CAI, Xizhen. Active-learning class activities and Shiny applications for teaching support vector classifiers. *Journal of Statistics and Data Science Education*, v. 32, n. 2, p. 202–216, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2231065>.