



Concepção de um Recurso Manipulável para Visualização da Regressão Linear no Ensino Superior

Anderson Roges Teixeira Góes¹
Isabela Inês Nunes Cabreira²
Evandro Luiz Brandão³

Resumo do trabalho: Este artigo apresenta o processo de concepção de um recurso didático manipulável destinado à visualização da regressão linear no ensino superior tecnológico. A pesquisa teve origem em dificuldades recorrentes de estudantes do curso de Tecnologia em Negócios Imobiliários, da Universidade Federal do Paraná na interpretação da inclinação da reta e da relação entre variáveis em gráficos cartesianos. A investigação buscou responder como se configura a concepção de um recurso físico manipulável voltado à visualização da regressão linear em uma demanda real de ensino. Assim, o objetivo consiste em apresentar e analisar o processo de desenvolvimento desse recurso. O estudo foi conduzido segundo a metodologia Design Science Research (DSR). O artefato desenvolvido consiste em uma base com malha cartesiana, pinos para representação de dados e um mecanismo de reta dinâmica que permite a variação da inclinação. O projeto foi orientado pelos princípios do Desenho Universal, incorporando elementos de acessibilidade.

Palavras-chave: material manipulável; estatística; desenho universal; regressão linear.

Introdução

De acordo com Santos (2025), o princípio fundamental da educação inclusiva é a garantia da aprendizagem para todos os estudantes, levando-se em conta a diversidade dentro da sala de aula, por meio da adoção de práticas pedagógicas inclusivas.

Nesse sentido, o campo da Educação Estatística é caracterizado pelo estudo e compreensão do modo como ensina-se e aprende-se estatística, relacionando aspectos cognitivos e afetivos na relação ensino-aprendizagem (Santos, 2025).

1 Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná.

2 Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná.

3 Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná.



Segundo Gal (2002), letramento estatístico está relacionado com dois componentes: a habilidade em interpretar e avaliar criticamente informações estatísticas, bem como a habilidade para comunicar ou discutir as repercussões de tais informações em diversos contextos.

Lima e Selva (20123) afirmam que os conteúdos estatísticos devem ser abordados dentro da realidade social do sujeito que aprende, caso contrário, o estudo não fará sentido ao estudante. Assim, a escola deve proporcionar oportunidades dentro do contexto real e que faça sentido ao estudante, possibilitando que seja desenvolvido o raciocínio estatístico

Gal (2019) comenta que a importância de se ensinar estatística dentro de um contexto que faça sentido para o estudante, quando afirma que contexto aparenta ser uma ideia simples, mas que, em regra, está distante da sala de aula, sendo necessário trazê-lo para a sala de aula.

De acordo com Correia e Cazorla (2021), é importante adotar-se estratégias de ensino para a probabilidade e a estatística, voltadas para uma educação inclusiva, onde toda a variabilidade de estudantes possa aprender e internalizar conhecimentos para o pleno e consciente exercício da cidadania, desenvolvendo assim seu letramento estatístico.

Carvalho, Campos e Monteiro (2011) entendem essencial levar-se em conta os conhecimentos prévios dos estudantes sobre situações de seus cotidianos para, a partir disso, desenvolver-se abordagens pedagógicas geradoras de raciocínios inferenciais.

O presente estudo teve origem em dificuldades recorrentes observadas na disciplina de Estatística Descritiva e Inferencial do curso superior de Tecnologia em Negócios Imobiliários, da Universidade Federal do Paraná, particularmente na compreensão da regressão linear. Segundo o docente responsável pela disciplina, os estudantes demonstravam dificuldades na interpretação da inclinação da reta de



regressão e na compreensão da relação entre variável independente e variável dependente representadas em gráficos cartesianos.

A turma é composta majoritariamente por estudantes adultos que retornaram ao ambiente acadêmico após períodos prolongados afastados da escolarização formal. Esse contexto pode intensificar desafios relacionados à apropriação de representações matemáticas abstratas e à leitura de gráficos estatísticos (Fonseca, 2012).

Diante desse cenário, surgiu a necessidade de investigar estratégias que pudessem reduzir o nível de abstração associado ao conteúdo e favorecer uma compreensão mais concreta da relação entre variáveis. Com isso, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: **como se configura a concepção de um recurso físico manipulável voltado à visualização da regressão linear em uma demanda real de ensino superior tecnológico?**

Assim, o objetivo geral deste artigo consiste em apresentar e analisar o processo de concepção de um recurso didático manipulável desenvolvido para apoiar a visualização da relação entre variáveis estatísticas (x e y) e da inclinação da reta de regressão linear, no âmbito de uma demanda situada no curso de Tecnologia em Negócios Imobiliários.

Para fundamentar a discussão sobre o conteúdo cuja aprendizagem tem apresentado dificuldades aos estudantes, apresenta-se a seguir uma breve contextualização teórica sobre regressão linear e sobre aspectos relacionados à compreensão desse conceito no ensino de Estatística.

Fundamentação

Para compreender o conteúdo cuja aprendizagem apresenta dificuldades aos estudantes, apresenta-se a seguir uma breve discussão sobre regressão linear no âmbito da estatística inferencial.



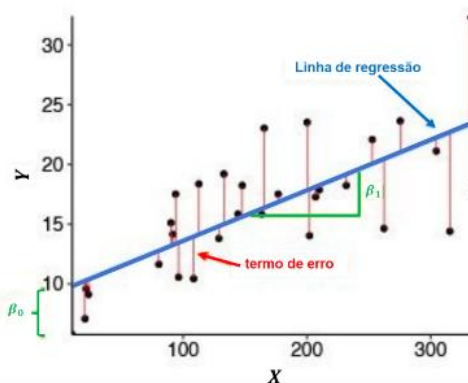
Tradicionalmente, a estatística é dividida, para fins didáticos, em estatística descritiva e estatística inferencial. É no âmbito da estatística inferencial que se insere o estudo da regressão linear, técnica utilizada para investigar relações entre variáveis e estimar tendências a partir de dados observados.

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n + e$$

onde: b_0 é o intercepto; $b_1, b_2, \dots, b_n$ são os coeficientes de regressão; $x_1, x_2, \dots, x_n$ são as variáveis independentes ou preditoras; e é o termo de erro, ou, resíduo (a parte de y que o modelo de regressão “não consegue” explicar).

Ainda, considerando-se o caso particular de uma regressão linear simples (Figura 1) a equação acima se reduz para a equação de uma reta, dada por $y = b_0 + b_1 \cdot x$, onde: b_0 é o intercepto ou coeficiente linear; e b_1 é o coeficiente angular (representa a inclinação da reta de regressão).

Figura 1 – Função Regressão Linear



Fonte – Adaptado de Kassambara, 2018.

Descrição da imagem: A Figura 1 apresenta um gráfico de dispersão com pontos representando valores das variáveis x e y . Uma linha de regressão atravessa o conjunto de pontos indicando a tendência linear dos dados. A figura destaca o intercepto β_0 , o coeficiente angular β_1 e os resíduos, representados pela distância vertical entre os pontos observados e a reta de regressão.

Ao considerar-se que duas variáveis podem, em princípio, estarem associadas, pode-se verificar como se dá a correlação entre elas, por meio de um gráfico denominado gráfico de dispersão, para em seguida, estabelecer a tendência



do comportamento das duas variáveis conjuntamente, que é, em última análise, a reta de regressão e sua equação.

De acordo com Gazola (2002), a regressão linear e a correlação apresentam conceitos diferentes: a correlação avalia a intensidade da associação linear entre duas variáveis aleatórias e a regressão estima o valor médio de uma variável denominada dependente com base nos valores amostrais de uma outra variável chamada independente, no caso específico de duas variáveis (regressão linear simples).

A compreensão da regressão linear envolve o desenvolvimento do chamado raciocínio correlacional, isto é, a capacidade de interpretar relações entre variáveis e identificar padrões de associação entre elas. Segundo Adi et al. (1978), o raciocínio correlacional refere-se ao processo cognitivo utilizado para avaliar a intensidade das relações existentes entre variáveis e compreender como elas se influenciam mutuamente.

De acordo com Casey (2014), para a aprendizagem da regressão linear, é necessário, entre outros, o conhecimento dos conceitos trazidos pelos estudantes e como estes conceitos podem contribuir para a compreensão da regressão, por meio de experiências de aprendizagem planejadas pelo professor.

A incorporação de recursos manipuláveis no ensino de Matemática não se restringe à substituição do quadro ou de gráficos impressos, mas constitui uma estratégia para ampliar os modos de representação e favorecer a construção de significados pelos estudantes. Ao integrar dimensões visuais e táteis, esses recursos possibilitam que o estudante investigue o comportamento de modelos matemáticos por meio da manipulação direta, estabelecendo relações entre ações realizadas e os resultados observados (Duval, 2002).



Além da dimensão cognitiva, o desenvolvimento de recursos didáticos demanda atenção às condições de acessibilidade. O Desenho Universal (DU) oferece um conjunto de princípios orientadores para a criação de produtos e ambientes utilizáveis pelo maior número possível de pessoas, independentemente de suas características sensoriais, motoras ou cognitivas (Cambiaghi, 2012). Seus sete princípios (uso equitativo, flexibilidade no uso, uso simples e intuitivo, informação perceptível, tolerância ao erro, baixo esforço físico e dimensão e espaço adequados para aproximação e uso) fornecem diretrizes para o desenvolvimento de recursos ampliem as possibilidades de participação (Cambiaghi, 2012).

Assim, a incorporação desses princípios não se apresenta como um elemento adicional ao desenvolvimento do recurso, mas como parte constitutiva do próprio projeto. Ao considerar desde o início aspectos relacionados à acessibilidade e à diversidade de formas de interação com o material, busca-se ampliar as possibilidades de participação de estudantes com diferentes perfis e necessidades no processo de aprendizagem da regressão linear.

Metodologia

O desenvolvimento do recurso segue os procedimentos metodológicos da *Design Science Research* (DSR), que orienta investigações voltadas à concepção de artefatos como resposta a problemas reais identificados em contextos aplicados. Conforme a metodologia proposta por Peffers et al. (2007), a DSR organiza-se em seis etapas inter-relacionadas: (1) identificação do problema, (2) definição dos objetivos da solução, (3) projeto e desenvolvimento, (4) demonstração, (5) avaliação e (6) comunicação.

No âmbito do Laboratório de Tecnologias Assistivas Educacionais (LabTAE), da Universidade Federal do Paraná, os projetos são orientados pelos sete princípios do Desenho Universal (DU). Essa abordagem busca assegurar que os artefatos possam ser utilizados pelo maior número possível de estudantes. O

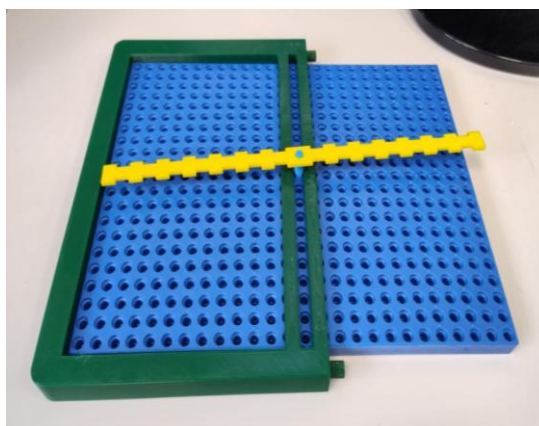


projeto descrito neste artigo encontra-se atualmente na etapa de demonstração preliminar, tendo sido realizada avaliação interna com a equipe do laboratório e o docente demandante, sem aplicação formal junto a estudantes.

A etapa de identificação do problema teve origem em uma demanda formalizada pelo professor da disciplina de Estatística Descritiva e Inferencial do curso superior de Tecnologia em Negócios Imobiliários por meio do formulário de abertura de projetos do LabTAE (UFPR). A solicitação indicava dificuldades dos estudantes na compreensão da regressão linear, especialmente na interpretação da inclinação da reta e na relação entre as variáveis representadas em gráficos cartesianos.

A partir dessa demanda, foram definidos os objetivos do recurso, voltados à criação de um material manipulável que possibilitasse a visualização dinâmica da relação entre variáveis em um gráfico de dispersão e da variação da inclinação da reta de regressão. Diferentes soluções técnicas foram inicialmente consideradas, incluindo o uso de ímãs para influenciar a posição da reta; contudo, optou-se por um sistema baseado em elásticos, que permitiu maior fluidez na representação da variação angular. A primeira versão do protótipo foi inspirada no multiplano de Rubens Ferronato, com uma moldura que permitiria a variação angular da reta a partir da manipulação dos pontos (Figura 2).

Figura 2. Primeira versão do protótipo acoplado ao multiplano.



Fonte – Dados da pesquisa, 2026.

Descrição da imagem: A Figura 2 apresenta o protótipo inicial do recurso acoplado a um multiplano. A imagem mostra uma base azul perfurada, típica do multiplano, parcialmente envolvida por uma moldura verde. Sobre a superfície há uma peça amarela posicionada diagonalmente, representando a reta que pode variar de inclinação no plano cartesiano.

Durante a validação interna da primeira versão, identificaram-se dificuldades técnicas relacionadas à impressão 3D da moldura e, sobretudo, ao mecanismo de deslizamento da reta, que não apresentava movimentação estável e contínua sobre a base. Além disso, a integração estrutural com o multiplano revelou limitações quanto à estabilidade do conjunto e à precisão da malha. Diante dessas restrições, optou-se pela elaboração de uma base própria, concebida visando maior controle estrutural e fidelidade matemática à representação cartesiana.

A base desenvolvida foi projetada de forma modular, sendo composta por quatro partes independentes conectadas por um sistema de encaixe. O centro em comum das peças foi concebido de modo a formar um trilho longitudinal, permitindo que o mecanismo da reta se desloque ao longo do eixo y do plano cartesiano. Essa solução estrutural buscou assegurar maior estabilidade durante a manipulação do recurso, ao mesmo tempo em que possibilita o ajuste da posição da reta de forma contínua e controlada.

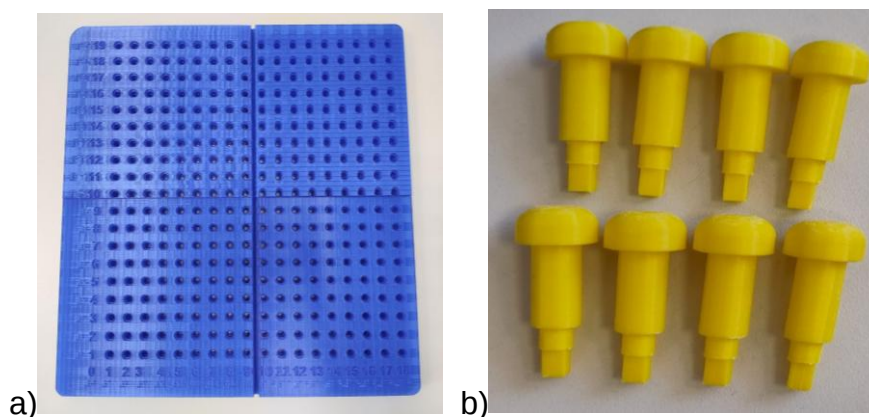
Foram incorporados elementos de acessibilidade, como marcações em braille e em algarismos arábicos em baixo relevo ao longo da malha cartesiana,



permitindo a identificação tátil e visual dos eixos e das posições dos pontos. Também foram consideradas questões relacionadas à segurança e à ergonomia do uso, com a adoção de quinas arredondadas e a ampliação das dimensões da base, visando espaço adequado para manipulação e interação com o recurso por diferentes perfis de estudantes (Figura 3a).

O sistema de pinos utilizado para representar os pontos do conjunto de dados passou por reformulações. Os primeiros pinos utilizados eram do multipiano e apresentavam dificuldades relacionadas ao escorregamento dos elásticos e à interferência na movimentação da reta. Diante disso, os pinos foram redesenhados, buscando maior estabilidade na fixação dos elásticos e permitindo que a reta pudesse deslizar sobre a malha sem obstáculos (Figura 3b).

Figura 3. a) Base própria; b) Redesenho dos pinos.



Fonte – Dados da pesquisa, 2026.

Descrição da imagem: A Figura 3a apresenta a base própria do recurso formada por quatro placas encaixadas, constituindo uma malha cartesiana perfurada. A base apresenta marcações numéricas em relevo, com o eixo y numerado de 0 a 19 e o eixo x numerado de 0 a 18. Também possui identificação em braille ao longo dos eixos. A Figura 3b apresenta o conjunto de pinos amarelos redesenhados para utilização na base perfurada. As peças possuem cabeça arredondada e haste com encaixe para fixação nos furos da base, permitindo prender elásticos que representam os pontos do conjunto de dados sem interferir no movimento da reta do recurso.

O sistema de reta dinâmica também foi aprimorado com a introdução de um eixo central e peça circular de controle, aumentando a precisão na rotação e no ajuste do coeficiente angular (Figura 4).



Figura 4. Representação da reta e mecanismo.



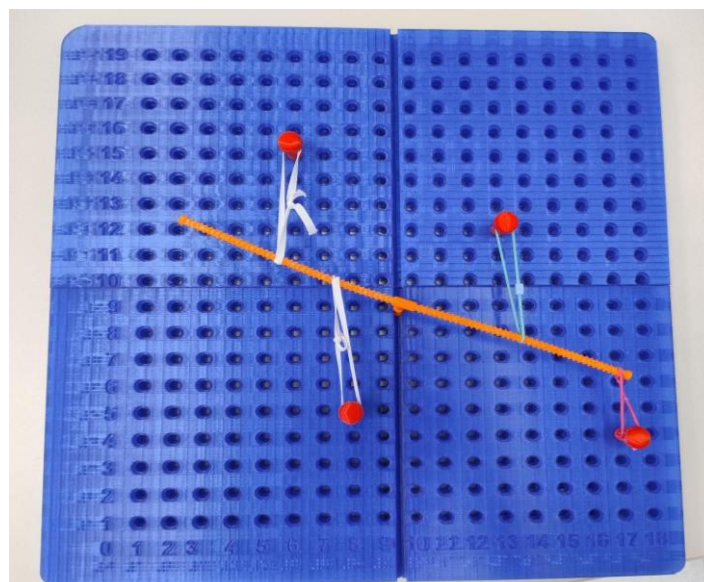
Fonte – Dados da pesquisa, 2026.

Descrição da imagem: A Figura 4 apresenta a peça que representa a reta. Trata-se de uma barra dentada de cor laranja. No centro da barra há um suporte perpendicular com um eixo e uma peça circular na extremidade, que funciona como mecanismo para fixação e ajuste da inclinação e posição da reta sobre a base do plano cartesiano.

O recurso passou por uma análise interna conduzida pela equipe do laboratório e pelo docente demandante, com foco na verificação do funcionamento mecânico, coerência matemática da representação e adequação aos objetivos inicialmente definidos. A avaliação realizada até o momento caracteriza-se como preliminar e qualitativa, centrada na validação técnica do recurso e na análise reflexiva do processo de desenvolvimento. Não foram conduzidos testes formais com estudantes.

Ao final do processo iterativo de projeto e desenvolvimento, consolidou-se uma versão funcional do recurso, composta por uma base modular com malha cartesiana regular, sistema de pinos para representação dos pontos e um mecanismo de reta dinâmica que permite o ajuste angular da reta a partir da reorganização dos dados, conforme apresentado na (Figura 5).

Figura 5. Resultado do protótipo funcional.



Fonte – Dados da pesquisa, 2026.

Descrição da imagem: A Figura 5 apresenta o protótipo montado, com as 4 bases azuis acopladas, formando a malha cartesiana apresentada na figura 3a. Quatro pinos vermelhos representam pontos dispersos no gráfico. Uma reta laranja atravessa a placa diagonalmente. Elásticos conectam verticalmente cada pino à reta.

Essa versão foi submetida a um processo de validação interna no âmbito do LabTAE (UFPR), envolvendo análise técnica dos membros da equipe do laboratório e apreciação do docente responsável pela demanda inicial. A avaliação concentrou-se na verificação da funcionalidade do mecanismo, na coerência matemática da representação e na adequação do recurso aos objetivos pedagógicos propostos. A partir dessa validação preliminar, o recurso foi considerado apto a avançar para a etapa de demonstração prevista na *DSR*, na qual serão conduzidos testes de usabilidade com o público-alvo da demanda, visando investigar o potencial do recurso para apoiar a compreensão da regressão linear em contextos de ensino.

Considerações Finais

Este estudo teve como ponto de partida a seguinte questão de pesquisa: como se configura a concepção de um recurso físico manipulável voltado à



visualização da regressão linear no contexto de uma demanda real do ensino superior tecnológico? Para investigar essa problemática, o artigo teve como objetivo apresentar e analisar o processo de concepção de um recurso didático manipulável desenvolvido para apoiar a visualização da relação entre variáveis estatísticas (x e y) e da inclinação da reta de regressão linear, no âmbito de uma demanda situada no curso de Tecnologia em Negócios Imobiliários.

O desenvolvimento do recurso evidenciou o caráter iterativo do processo de design, no qual decisões técnicas, pedagógicas e de acessibilidade foram refinadas ao longo das etapas de prototipagem e validação. O recurso desenvolvido caracteriza-se por uma base modular com malha cartesiana regular, sistema de pinos para representação dos dados e mecanismo de reta dinâmica capaz de variar angularmente em função da reorganização dos pontos. Os redesenhos realizados ao longo do processo de prototipagem, foram fundamentais para garantir a funcionalidade do recurso. Do ponto de vista pedagógico, a possibilidade de manipulação física dos pontos e de observação direta da variação angular da reta favorece a visualização da relação entre as variáveis envolvidas na regressão linear, contribuindo para reduzir o nível de abstração frequentemente associado à interpretação gráfica em Estatística. Além disso, o desenvolvimento do recurso foi orientado pelos princípios do DU, incorporando elementos como marcações em braille e em relevo, quinas arredondadas e dimensões adequadas para manipulação, ampliando as possibilidades de uso.

Nesse sentido, torna-se necessária a realização de estudos ou demonstrações que investiguem o uso do recurso em situações reais de ensino, com coleta de dados qualitativos e quantitativos que permitam analisar seu impacto nos processos de ensino e de aprendizagem.

Como continuidade da pesquisa, prevê-se a realização de testes de usabilidade com o público-alvo da demanda, bem como a análise das interações



dos estudantes com o recurso durante atividades de ensino. Também se considera a possibilidade de disponibilização aberta dos arquivos de modelagem do recurso, permitindo sua reprodução. Além disso, futuras investigações poderão explorar aprimoramentos do sistema desenvolvido para a abordagem de outros conteúdos estatísticos que envolvam relações entre variáveis.

Ao articular princípios de design, acessibilidade e ensino de Estatística, este trabalho contribui para o desenvolvimento de recursos didáticos que buscam reduzir a abstração frequentemente associada à interpretação gráfica, aproximando conceitos estatísticos de experiências de aprendizagem manipuláveis e potencialmente inclusivas. Nesse sentido, o recurso proposto representa um passo inicial na integração entre expressões gráficas e práticas pedagógicas inclusivas, abrindo possibilidades para novas investigações no campo da Educação Matemática Inclusiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da Fundação Araucária para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- ADI, H et. al **Intellectual development beyond elementary school VI: Correlational reasoning**. School Science and Mathematics. v. 78, n. 8, p. 675–683. 1978.
- CAMBIAGHI, S. **Desenho universal**: métodos e técnicas para arquitetos e designers. 2. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.



CARVALHO, L. M. T. L. de; CAMPOS, T. M. de M.; MONTEIRO, C. E. F. Aspectos Visuais e Conceituais nas Interpretações de Gráficos de Linhas por Estudantes. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 40, p. 679-700, 2011.

CASEY, S. A. Teachers' knowledge of students' conceptions and their development when learning linear regression. In: MAKAR, K.; SOUSA, B.; GOULD, R. **Sustainability in statistics education**. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9), Arizona, USA, 2014.

CORREIA, G. S.; CAZORLA, I. M. Diálogos entre o Ensino de Probabilidade e Estatística e a Educação Inclusiva nas Pesquisas Brasileiras. **Perspectivas da Educação Matemática**. v. 14, n. 35, 2021.

DUVAL, Raymond. **Semiose e pensamento cognitivo**: registros de representação semiótica. Tradução de Lênio Fernandes Levy e Dorotea Baretta. São Paulo: Escrituras, 2003.

FONSECA, M. da C. F. R. **Educação Matemática de Jovens e Adultos**: especificidades, desafios e contribuições. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

GAL, I. Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities.

International Statistical Review, v. 70(1), p. 1-25, 2002.

GAL, I. Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. In: J. M. Contreras, M. M.; Gea, M. M. López-Martín E. Molina-Portillo (Eds.), **Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística**. 2019.

GAZOLA, S. **Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis**. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

KASSAMBARA, Alboukadel. **Machine learning essentials**: Practical guide in R. Sthda, 2018.



LIMA, I. B.; SELVA, A. C. V. Jovens e Adultos Construindo e Interpretando Gráficos. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 45, p. 233-253, 2013.

SANTOS, P. G. dos. Mapeamento do uso de tecnologias em Educação Estatística relacionados à Inclusão. In: **ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 1., 2025, Cascavel. Anais... Cascavel: Sociedade Brasileira de Educação Matemática do Paraná (SBEM-PR). 2025. P. 1-12.