

REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA NO AMBIENTE ESCOLAR: UMA PROPOSTA DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Lorena Carlos Barbosa Gomes¹
Luciano Duarte da Silva²

¹IFG – Câmpus Jataí/ lorenacbgomes@gmail.com

²IFG – Câmpus Goiânia / luciano.duarte@ifg.edu.br

Resumo:

Este trabalho trata-se de um projeto de ensino aprendizagem que foi desenvolvido com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, de uma Escola Estadual de Mato Grosso na cidade de Confresa. O projeto tem como objetivo desenvolver uma proposta de modelagem matemática a partir de um problema da realidade dos estudantes, sendo eles os protagonistas no desenvolvimento da atividade. Buscando assim, com que os estudantes tenham uma maior afinidade com os conteúdos, encontrando significado em sua utilização, além de despertar no estudante o seu lado investigador e questionador. Foi proposto aos mesmos para que desenvolvessem uma proposta de captação da água no ambiente escolar, como uma forma de solução para o período de estiagem da região. A partir dessa proposta foi possível desenvolver diversos conteúdos relacionados com a prática, à medida que os estudantes iam participando do projeto. Como resultado foi possível observar que grande parte da turma se envolveu com o com a proposta, buscando soluções, reflexões e estratégias de resoluções.

Palavras-chave: Ensino Aprendizagem. Modelagem Matemática. Projeto.

Introdução

A matemática é vista como a grande vilã da educação, sendo rejeitada pelos estudantes que a destacam como uma disciplina chata, repetitiva e sem “utilidade”. Muitos docentes buscam mudar este cenário, que perdura por muitos anos, aprimorando as metodologias no ensino-aprendizagem desta disciplina. Há uma busca pela compreensão das razões dessa rejeição e dificuldade dos discentes em diversos níveis de escolaridade da educação no Brasil.

Os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), que é realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), destaca que a proficiência dos estudantes no ensino médio regular manteve certa estabilidade entre os anos de 2011 e 2021 (BRASIL, 2022). Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) apenas 31,8% dos estudantes alcançaram o nível básico de proficiência que se espera dos jovens, enquanto 61,8% ficaram abaixo do que é esperado (BRASIL, 2018).

A metodologia dentro das salas de aula, em sua maioria, continua sendo expositiva e decorativa. Onde o professor apresenta o conteúdo e algumas técnicas, em sequência o estudante desenvolve exercícios do livro seguindo o mesmo “rumo” dos exemplos apresentados. Barbosa (2001) destaca que os exercícios encontrados nos livros são formulados por autoridades externas a sala de aula, além de muitas vezes não fazer parte do contexto cultural e social do estudante.

O professor é responsável por motivar o interesse do estudante, onde Valente (1999, p.40) destaca que o docente deve “desempenhar um papel de desafiador, mantendo vivo o interesse do aluno em continuar a buscar novos conceitos e estratégias [...]”. Buscando esse envolvimento com a matemática, este trabalho buscou responder: como o desenvolvimento de projetos por meio da modelagem matemática poderá contribuir no ensino aprendizagem dos estudantes, tendo como ponto de referência problemas, exclusivamente matemáticos ou não, de sua realidade situacional cotidiana?

A Modelagem Matemática surge com o intuito de utilizar a matemática em situações problemas, que podem ser encontrados no cotidiano do estudante. Promovendo assim um ensino contextualizado em situações vivenciadas pelos estudantes, permitindo tratar, entender e resolver problemas, sendo ou não relacionados apenas a matemática.

Para Barbosa (2004) a Modelagem Matemática não pode ser conceituada de forma teórica, pois isso seria limitá-la. Para ele a Modelagem é um ambiente de aprendizagem que “está associado à problematização e investigação.” (BARBOSA, 2004. p. 03). Este ambiente de aprendizagem, em sua perspectiva de Educação Matemática, os estudantes são convidados a formular, questionar e investigar um problema encontrado em seu dia a dia. No Quadro 01 é possível observar como o autor classifica os ambientes de investigação.

Quadro 01: Flexibilidade Da Modelagem Em Diferentes Contextos Escolares

Caso	Definição	Responsável pela elaboração do problema	Responsável pela coleta de dados	Responsável pela resolução
01	O professor a situação problema e os dados necessários.	Professor	Professor	Professor/Aluno
02	O professor apresenta a situação problemas apenas.	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
03	Os estudantes formulam os problemas, a partir de temas não-matemáticos.	Professor/Aluno	Professor/Aluno	Professor/Aluno

Fonte: Adaptado de Barbosa (2001)

O professor possibilita que os estudantes busquem informações, levantem questionamentos, manipulem informações e dados, além de refletir e debater sobre elas. Sendo permitido assim que o estudante aplique seus conhecimentos prévios na resolução dos problemas encontrados, além da possibilidade de adquirir novos durante o processo.

Analisando a concepção de Modelagem Matemática de Barbosa (2004), um projeto foi elaborado para ser desenvolvido com os estudantes de uma escola estadual no município de Confresa-MT. Visando despertar o interesse por tópicos matemáticos, instigando os estudantes a tratar, compreender e resolver problemas, foi elaborada uma proposta de projeto para que eles desenvolvessem.

Com base na proposta de ensinar Matemática visando ter o aluno como protagonista, dentro e fora da sala de aula, neste processo. A partir de questionamentos, debates e desafios os estudantes desenvolveram problemas que envolviam estatística, função afim, geometria plana e espacial. Além do manuseio do editor de textos e planilhas.

Materiais e métodos

Área de estudo

O projeto foi desenvolvido na Escola Estadual 29 de Julho (Figura 01), localizada no município de Confresa-MT. A escola de ensino regular funciona nos três turnos, com turmas dos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Para este foi selecionada uma turma de 3ª Série do Ensino Médio do turno noturno, com 35 estudantes, sendo este desenvolvido no decorrer de 12 encontros.



Figura 01: Fachada da Escola Estadual 29 de Julho

Foi aplicado um questionário inicial na turma, permitindo observar que os estudantes desta turma tinham idade entre 17 e 28 anos. Sendo que 68% tinham jornada integral de

trabalho, sendo sete estudantes trabalhadores no ramo da construção civil, dois em confecção de móveis planejados e quatro em lojas de material de construção. Destacando que estes estavam acostumados com diversos tipos de medições durante seus afazeres diários, contribuindo com o desenvolvimento do projeto em diversas etapas.

Diálogo e apresentação do problema

Foi iniciada uma discussão com estudantes sobre os principais problemas enfrentados pela população da região, durante o período da ausência da chuva na época de estiagem. Além da análise de gráficos (linha, setores e barras) com os dados da empresa de abastecimento de água, saneamento e drenagem da cidade, obtidos no site do Instituto de Água e Saneamento¹. Participação do professor de geografia foi importante para o estudo das bacias hidrográficas do Brasil. Uma análise do principal rio de abastecimento da cidade, o Rio Cacaú, e as comparações por imagens da época de chuva e de estiagem.

Após discussões e relatos dos estudantes, foi proposta a investigação de possíveis estratégias para reduzir os impactos sociais, ambientais e culturais causados pela época de estiagem na região. A proposta de utilizar a água da chuva no ambiente escolar, permitiu os estudantes convidados investigarem, questionarem e buscarem estratégias de soluções para esse problema a ausência de água no local, principalmente durante a estiagem.

Para que os estudantes pudessem compreender os problemas enfrentados no local, foi apresentado o gráfico da Figura 02, que são os dados de precipitação da chuva e temperatura na região com base nos dados de climatologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Permitindo que fosse observado qual o período de estiagem além do período de maiores temperaturas na região.

¹ Site para o acesso aos dados de saneamento básico na cidade de Confresa-MT, disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/mt/confresa>

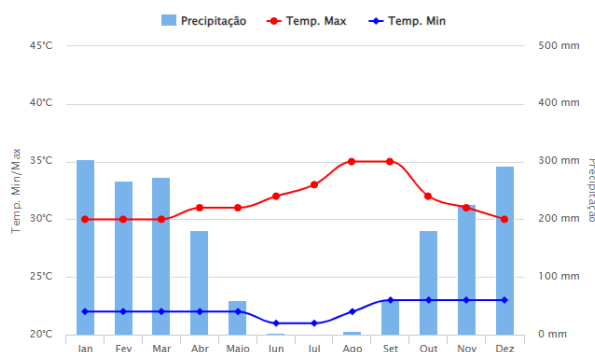
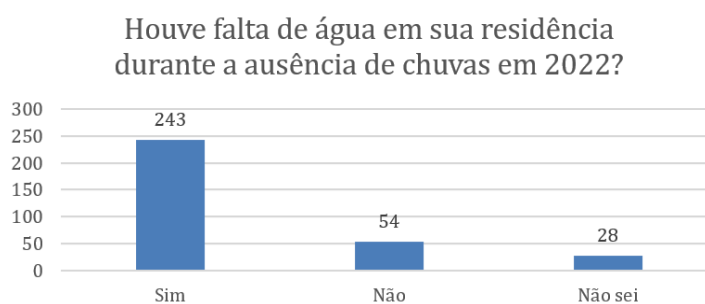


Figura 02: Média da climatologia dos últimos 30 anos da região de Confresa-MT

Após a análise dos dados foi proposto aos estudantes uma coleta de dados no local, para que se iniciasse o projeto de captação de água da chuva. Assim os estudantes realizaram uma pesquisa com as turmas de ensino médio da escola, nos três turnos da escola, tendo a participação de 735² estudantes. Para uma melhor análise do consumo de água no ambiente escolar, a turma foi dividida em três grupos para os tratamentos dos dados por turno.

Os grupos apresentaram seus resultados por meio de gráfico de colunas e de setores, que construíram com o auxílio dos computadores no laboratório de informática da escola. É possível observar o gráfico construído pelo grupo responsável pelos dados do turno matutino, através do editor de planilhas. O Gráfico 01 registra os relatos da ausência de água, durante o período de estiagem do ano anterior, nas residências destes estudantes.

Gráfico 01: Pesquisa realizada com os estudantes do turno matutino da E. E. 29 de Julho.



Fonte: Gráfico elabora pelos estudantes.

O grupo responsável pelo tratamento dos dados do turno vespertino, optou por não apresentar seus dados de forma quantitativa, mas por meio de relatos. Devido o turno ser o mais afetado pelas altas temperaturas, vários estudantes destacaram não ir à escola durante o

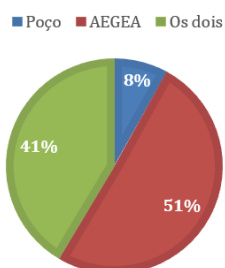
² Foram consultados apenas estudante do ensino médio sendo 325 do matutino, 123 do vespertino e 287 do noturno.

período de estiagem por causa do calor excessivo. Vale destacar que a cidade não conta com sistema de transporte público e grande parte dos estudantes deste período dependem de bicicletas para o seu deslocamento.

Nos dados obtidos no período noturno ficou destacado que os estudantes, em sua maioria, já eram responsáveis pelo provimento de sua residência. Sendo que para solucionar a falta de água em suas residências, durante o período de estiagem, estes adotavam medidas alternativas para o abastecimento de água em suas casas. O grupo destacou os resultados por meio de um gráfico de setores, que pode ser encontrado na Gráfico 02, as residências que possuem poços artesianos e/ou que dependiam da AEGEA³.

Gráfico 02: Pesquisa com os estudantes do turno noturno da E. E. 29 de Julho.

QUAL A FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SUA RESIDÊNCIA?



Fonte: Gráfico elaborado pelos estudantes.

O Instituto Água e Saneamento (IAS) do Município de Confresa-MT destaca que na zona rural, apesar de representar 43,37% da população do município, depende exclusivamente da perfuração de poços.

Através desta proposta inicial de pesquisa, foi possível estimular os estudantes a realizarem uma pesquisa quantitativa, o tratamento e a análise dos dados, além da construção de gráficos por meio do editor de planilhas. Durante todo esse processo, minha participação se limitou a alguns detalhes na pesquisa e na utilização do editor de planilhas.

Durante as análises da pesquisa realizada pelos estudantes, alguns questionaram não compreender os valores que constavam nas contas de água e, com o auxílio do Datashow, um talão foi analisado junto com os estudantes. Destacando os valores fixos para o consumo de até 10m³, além do custo do m³, estabelecendo assim a relação entre os as grandezas.

³ Empresa responsável pelo tratamento e abastecimento de água na cidade.

Durante as discussões, e cálculos, os estudantes verificaram que mais de 80% do consumo de água em suas residências é para fins não potáveis, sendo a descarga das bacias sanitárias responsáveis por 38%.

Consumo de água no ambiente escolar

Para que fosse possível a compreensão do espaço escolar, a turma foi dividida em 5 grupos, sendo cada um responsável pela medição e cálculo de área do ambiente escolar. Foi entregue aos grupos uma prancheta, régua, lápis, borracha e duas trenas (5m), sendo apenas proposta a medição da forma livre. Os resultados obtidos eram organizados em uma tabela no editor de planilhas. Logo em seguida com o auxílio da ferramenta de medição do Google Maps foi realizado o cálculo da área da escola, conferindo com os valores encontrados pelos grupos. No Quadro 02 é possível observar os valores obtidos por cada grupo.

Quadro 02: Medidas das áreas do ambiente escolar

Grupo	Área responsável	Área encontrada – com trena	Área encontrada – com o Google Maps
01	Refeitório e pátio principal	178 m ²	172,8 m ²
02	Corredores de acesso as salas de aula	352 m ²	367,7 m ²
03	Jardim escolar	306 m ²	280 m ²
04	Horta escolar	238 m ²	302 m ²
05	Quadra escolar	720 m ²	681,3 m ²

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados obtidos pelos grupos.

Para uma melhor compreensão dos dados obtidos foi proposto que os estudantes mapearam a escola, com o auxílio de Chromebook, para uma visualização geral da escola. O mapeamento realizado pode ser encontrado na Figura 03, que representa os espaços do ambiente escolar.



Figura 03: Mapeamento do espaço escolar.

Após as medidas de área, os estudantes registraram o volume total de reservatório de água das caixas d'água da escola que possui atualmente, totalizando 20 mil litros. Sendo duas caixas d'água, uma de polietileno, com capacidade de 5 mil litros, e uma metálica, com 15 mil litros de capacidade.

Dentro do ambiente escolar foi destacado pelas funcionárias que por dia, para a limpeza de salas e corredores, é gasto uma média de 5 baldes de 300 litros de água duas vezes ao dia. Totalizando assim 2400 litros de água, apenas para a limpeza do piso da escola. Há também a limpeza da quadra escolar que é realizada 1 vez por semana, gastando uma média de 1000 litros para esse processo. Além disso os alunos verificaram que a escola conta com 10 bacias sanitárias, cada uma gastando cerca de 10 litros a cada acionamento, destacando que a escola funciona em três turnos. Destacando que a escola comporta 1200 estudantes e 82 funcionários diariamente.

Durante o período de estiagem a escola precisa fornecer por completo a irrigação da grama e jardim escolar, com isso são conectados os 4 aspersores. Os estudantes verificaram que estes funcionam cerca de 12 horas por dia no período da ausência das chuvas e constataram no modelo dos aspersores que cada um tem vazão em média de 106,5 litros por hora. Sendo o processo de irrigação responsável pelo gasto de aproximadamente 5112 litros por dia.

Os estudantes verificaram com as funcionárias responsáveis pela limpeza da escola e as caixas d'água são abastecidas diariamente durante o período de estiagem por exigir uma

maior demanda para a irrigação e limpeza. A unidade conta com duas fontes de abastecimento de água, um poço artesiano e o sistema da empresa de abastecimento, porém esta não está ligada com as caixas d'água da escola.

Captação de água no ambiente escolar

Foi destacado durante o desenvolvimento da pesquisa com as funcionárias, que menos de 20% da água consumida no ambiente escolar são para fins potáveis. Constatando assim nas discussões da turma, após os dados coletados, que a utilização de água da chuva em no ambiente escolar é importante, devido ao volume de água gasto na limpeza da escola e no processo de irrigação.

Para reduzir os custos da implementação na proposta, os estudantes optaram por propor a construção do sistema de captação de água em apenas um dos pavilhões da escola, que possibilitasse um melhor direcionamento da água coletada. Definindo uma queda d'água do telhado para a irrigação da horta e a outra voltada para a limpeza dos pátios e abastecimento dos aspersores dos jardins.

Alguns estudantes se voluntariaram para realizar o cálculo da área coberta deste pavilhão. Um dos estudantes ficou responsável pelos esboços e registro dos cálculos, que podem ser encontrados na Figura 04, enquanto os outros iam realizando as medidas utilizando as trenas.

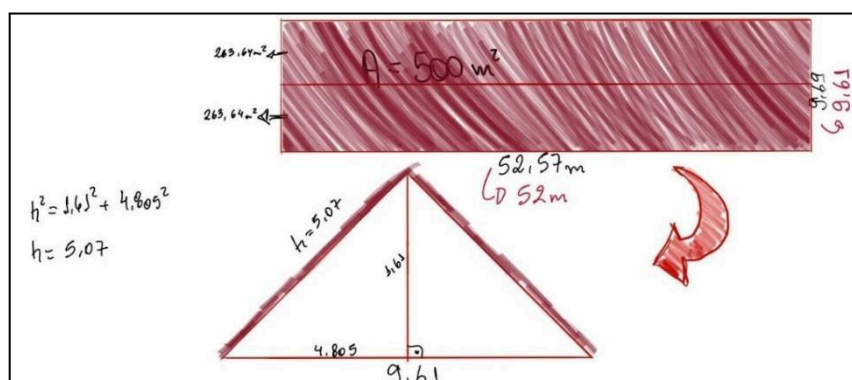


Figura 04: Esboço realizado pelos estudantes para o cálculo da área do telhado de um dos pavilhões da escola.

Após os estudantes realizarem os cálculos, foram adotados alguns valores arredondados para uma melhor aproximação do volume possível de captação de água da chuva. Para que fosse possível obter uma estimativa de captação de água da chuva neste

pavilhão os estudantes se basearam com a média das precipitações (246 mm) durante o período de chuva na região, de outubro a abril, com base nos dados da Figura 02. A partir dos cálculos de área com a precipitação média, os estudantes concluíram que no pavilhão escolhido, seria possível captar cerca de 120 mil litros, por mês, de água no período de chuvas.

Para que fosse possível determinar a capacidade que os reservatórios deveriam ter, os estudantes utilizaram como base os dados de consumo e de captação no ambiente escolar, que estão descritos na Figura 05. Possibilitando assim a escolha do reservatório que melhor se adequa a necessidade.

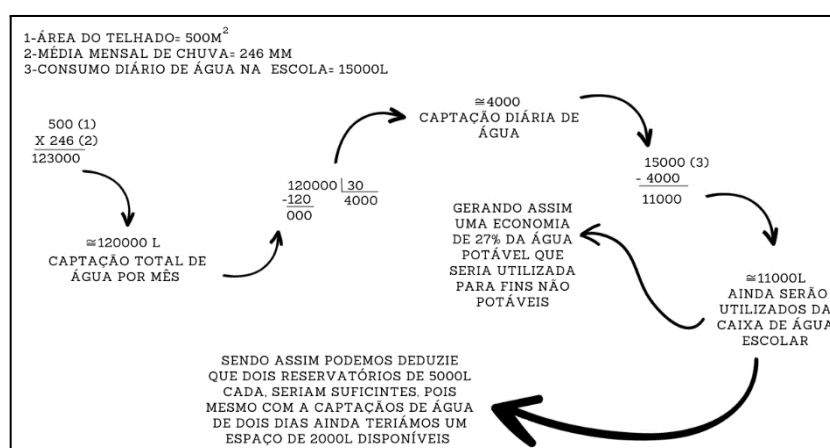


Figura 05: Cálculos dos estudantes para determinar a capacidade mínima dos reservatórios

Com base nesses dados, os estudantes destacaram que o melhor custo/benefício, além de praticidade, seria a instalação de dois reservatórios, cada um com a capacidade de 5 mil litros.

Para a implementação do sistema de captação, os estudantes realizaram uma tomada de preços, dos materiais necessários para a construção do projeto que na Tabela 01, onde estão detalhadas as quantidades e seus custos.

Tabela 01: Levantamento dos custos de implantação do sistema de captação.

Produto	Valor	Quantidade	Valor Total
Calha de aço galvanizado	R\$ 80,00 / metro	52 metros	R\$ 4.160,00
Filtro Água De Chuva Auto Limpante	R\$ 74,90 / unidade	2	R\$ 149,80

Cap Tampa Esgoto Água Cano PVC 100mm	R\$ 7,81 / unidade	2	R\$ 15,62
Joelho Cano PVC 100 mm	R\$ 9,80 / unidade	6	R\$ 58,80
TE Esgoto Água 100 X 100 mm	R\$ 10,89 / unidade	4	R\$ 43,56
Torneira De Jardim c/ bico Uso Geral ½ X 3/4	R\$ 22,99 / unidade	2	R\$ 45,98
Caixa d'água 5.000 Litros Tampa	R\$ 2.813,90 / unidade	2	R\$ 5.627,80
Total			R\$ 10.101,56

Fonte: Elaborada pelos estudantes da turma.

Para a construção do sistema de captação os estudantes realizaram uma pesquisa em lojas locais, realizando uma média dos valores dos materiais necessários para a construção do sistema.

Representação do sistema de Captação de água

Os estudantes propuseram a construção de uma maquete para a uma representação do sistema de captação, para que fosse apresentado a comunidade escolar. É possível verificar o resultado do trabalho na Figura 06, onde foram projetados os ambientes de forma proporcional ao pavilhão selecionado para o projeto.



Figura 06: Representação do pavilhão escolhido para a captação de água da chuva.

Na construção da maquete os estudantes pensaram nos detalhes da demonstração da captação, desde a simulação da chuva até a utilização desta água. Destacando até mesmo o uso com um sistema de irrigação automático na horta, que pode ser observado na Figura 07.



Figura 07: Representação da horta construída pelos estudantes

Com base nas discussões no decorrer do projeto, os estudantes destacaram o desperdício de água potável em alguns afazeres domésticos. Por isso realizaram projeções para o sistema de captação de água da chuva que podem ser instalados em casa para usos diários. Na internet é possível encontrar sites que tem como propósito a venda de kits completos⁴, com rápida instalação e manutenção nas residências.

Para que fosse apresentada a comunidade essas informações, os estudantes reuniram os dados obtidos, reorganizaram os seus dados e confeccionaram dois banners para a apresentação na Mostra de Ciências da escola.

Considerações finais

Com a realização deste projeto, foi possível vivenciar a sala de aula por um ponto de vista longe do “tradicional”. Com a proposta de desenvolver um projeto o professor ocupa uma posição de “espectador”, onde este deve trazer questionamentos iniciais elaborados para iniciar as discussões. Visando assim o protagonismo dos estudantes a partir de situações problemas, sendo necessário um planejamento prévio de questões norteadoras para os debates iniciais em sala de aula. Cada pergunta é crucial para que se iniciem os questionamentos e a busca pelas possíveis soluções, sendo assim indispensável um bom planejamento inicial.

No desenvolvimento das atividades do projeto, a participação dos estudantes aumentava diante dos questionamentos e curiosidades, sendo importante a contribuição dos conhecimentos prévios que possuíam. Foi possível desenvolver resolver problemas envolvendo cálculos de área, perímetro e volume na geometria, além da relação de triângulos

⁴ Site para venda de Kits de Captação de água: <https://www.loja.casologica.com.br/>

para os telhados. Com as pesquisas desenvolvidas, os estudantes conseguiram desenvolver questionários e os tratamentos dos dados por meio de gráficos e tabelas. A sala de aula se tornou o ambiente escolar por completo, sendo explorado e utilizados os espaços para cada um dos processos.

A metodologia utilizada colaborou para que o projeto se desenvolvesse de forma descontraída, sendo este um cenário completamente diferente de uma aula de matemática “normal”. O desenvolvimento de um projeto de modelagem, certamente, contribuiu para que os estudantes se envolvessem ativamente, no processo de ensino aprendizagem.

Referências

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?** Veritati, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA; Jonei Cerqueira. Modelagem na educação matemática: contribuição para o debate teórico. In: **REUNIÃO ANUAL DA ANPED**, 24., 2001, Caxambu, MG. Anais [...]. Rio de Janeiro: ANPED, 2001.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira (INEP). **MEC e Inep divulgam resultados do Saeb e do Ideb 2021**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/saeb/mec-e-inep-divulgam-resultados-do-saeb-e-do-ideb-2021>. Acesso em: 21 out. 2023.

BRASIL. **PISA 2018**. Relatório Nacional. Brasília, DF: INEP/MEC. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_examenes_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 22 out. 2023.

VALENTE, José Armando. O computador na Sociedade do Conhecimento. São Paulo, SP: USP, 1999.