



Encontro Gaúcho de Educação Matemática

A Educação Matemática do presente e do futuro:
resistências e perspectivas

21 a 23 de julho de 2021 - UFPel (Edição Virtual)

MODELAGEM MATEMÁTICA, SANEAMENTO BÁSICO E SONEGAÇÃO DE IMPOSTOS: Um relato de experiência de uma atividade didática na formação continuada de professores de Matemática

Ana Carolina Ferreira Rangel¹

Andrei Luís Berres Hartmann²

Eixo: 05 – Resolução de Problemas, Modelagem Matemática, Investigações Matemáticas e outras Tendências em Educação Matemática

Modalidade: Relato de Experiência

Categoria: Alunos de Pós-Graduação

Resumo

No Brasil, encontramos frequentemente notícias vinculadas a sonegação de impostos. Também, embora tenham sido realizados avanços no país, muito precisa ser feito para a garantia do saneamento básico, necessário para uma vida digna. Assim, nos perguntamos: de que formas valores sonegados em impostos poderiam ser investidos, voltados a políticas públicas na área de saneamento básico, para a diminuição de desigualdades sociais? Portanto, objetivamos relatar uma experiência de uma atividade didática que relacionou saneamento básico e sonegação de impostos, desenvolvida a partir da Modelagem Matemática, enquanto discentes de um programa de pós-graduação em Educação Matemática. Nos amparamos nas ideias expostas por Barbosa, principalmente no caso 3 de Modelagem Matemática. Em termos metodológicos, este texto classifica-se como um relato de experiência, por meio da abordagem qualitativa de pesquisa. Pela atividade idealizada, observamos que os valores sonegados em ICMS durante os três anos considerados (2018-2020) seriam suficientes para contribuir em mais de 50% na universalização do saneamento básico. Nesse sentido, concluímos que seja necessária uma conscientização popular, que não priorize o individualismo. Também, esperamos que discussões sobre a Modelagem Matemática se ampliem na formação inicial e continuada de professores, encorajando esses a atuarem com a Modelagem em suas práticas docentes.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Saneamento Básico; Sonegação de Impostos; ICMS.

Considerações iniciais

¹ Mestranda em Educação Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (Unesp), Rio Claro, SP. Membro do Grupo de Trabalho e Estudo em Resolução de Problemas (GTERP). anarangel@id.uff.br

² Mestrando em Educação Matemática pelo PPGEM da Unesp, Rio Claro, SP. Membro do Grupo de Pesquisa em Informática, Outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) andreiluis_spm@hotmail.com



Dentre os tributos que os brasileiros precisam pagar, está o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), que incide sobre a circulação de produtos. Este é um imposto muito importante para os estados, a ponto de ser uma grande fonte de arrecadação e até a maior delas, pois sua incidência recai sobre a maioria das compras, vendas, transportes e prestações de serviços que acontecem no país.

Muitos brasileiros se questionam sobre o retorno do pagamento de impostos para a população, principalmente em educação e saúde. Nesse sentido, ponderamos acerca do saneamento básico, direito assegurado pela constituição brasileira e por lei como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Portanto, o saneamento visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente a fim de prevenir doenças e promover a saúde, melhorando a qualidade de vida da população.

Assim posto, objetivando gerar relações sobre o ICMS e saneamento básico, nos questionamos: de que formas valores sonegados em impostos poderiam ser investidos, voltados a políticas públicas na área de saneamento básico, para a diminuição de desigualdades sociais? Por conta da diversidade de impostos existentes, enfatizamos que restringimos o estudo para o ICMS, no sentido de exequibilizar o processo de Modelagem Matemática e por ser um tributo que incide em muitos serviços.

Portanto, objetivamos relatar uma experiência de uma atividade didática que relacionou saneamento básico e sonegação de impostos, desenvolvida a partir da Modelagem Matemática (BARBOSA, 2009), enquanto discentes de mestrado. A disciplina referida foi Modelagem em Educação Matemática, ministrada no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, durante o segundo semestre letivo de 2020. Ao considerarmos os pressupostos metodológicos, este texto classifica-se como um relato de experiência, no qual adotamos a abordagem qualitativa de pesquisa (BORBA; ARAÚJO, 2004).

Modelagem Matemática: reflexões que orientaram nossa atividade

Na Matemática Aplicada, a Modelagem Matemática é assumida como um método de pesquisa que procura associar a uma realidade um modelo matemático, a fim de entender,

propor e resolver problemas relacionados a ela (BASSANEZZI, 2002). No contexto da Educação Matemática o significado da Modelagem Matemática diz respeito a “ter de reconhecer suas potencialidades e limites, tanto concernente ao professor quanto ao aluno, já que seus objetivos têm dimensões distintas do contexto da Matemática Aplicada” (VERONEZ; VELEDA, 2016, p. 1240).

Perante essa concepção, acreditamos ser a Modelagem Matemática uma tendência que tem contribuído de forma significativa no âmbito da Educação Matemática para a discussão de distintas concepções teóricas e metodológicas destinadas ao ensino e aprendizagem de Matemática. Segundo Barbosa (2009), um ambiente de Modelagem³ pode ter referências no dia a dia, no mundo do trabalho ou nas ciências. Para tanto, esse autor descreve três perspectivas para a condução da Modelagem Matemática (Quadro 1).

Quadro 1 - Os casos de Modelagem

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração do problema	Professor	Professor	Professor/alunos
Coleta de dados	Professor	Professor/alunos	Professor/alunos
Resolução	Professor/alunos	Professor/alunos	Professor/alunos

Fonte: Barbosa (2009, p. 6).

No caso 1 a apresentação dos dados e situação-problema é feita pelo professor, restando aos estudantes resolver a situação. O professor auxilia nessa resolução, por meio da coordenação do processo e de formalizações, caso necessário. Esse caso pode proporcionar ao docente uma previsão do processo de Modelagem Matemática, pois ele conhece previamente os dados e o problema. No entanto, os estudantes podem resolver a situação de formas diferentes, não previstas pelo professor.

Já no caso 2, os alunos são desafiados a irem em busca dos dados para resolver um problema proposto. “Em resumo, o professor apresenta o problema, mas a coleta de dados e a resolução são de responsabilidade dos alunos” (BARBOSA, 2009, p. 5).

O terceiro e último (caso 3), é uma forma mais aberta de organização das proposições de Modelagem, pois a formulação da situação-problema é responsabilidade dos estudantes.

³ Neste trabalho adotamos o termo Modelagem como sinônimo de Modelagem Matemática.



Neste caso, o professor orienta os alunos desde a coleta de dados à resolução do problema. Também, são apresentados relatórios parciais ao docente que irá comentar sobre o processo e, ao final, ocorre a apresentação e discussão dos projetos.

Diante do exposto, enfatizamos que o processo de Modelagem Matemática foi conduzido por meio do caso 3, em que a partir de temas de nossos interesses e situações cotidianas, elencamos a problemática apresentada na primeira seção. Como não havíamos tido contato com a Modelagem durante nossa graduação e experiências docentes, iniciar uma atividade a partir desse caso causou dúvidas, fazendo-nos sair da zona de conforto. Após a elaboração do problema, buscamos dados relacionados ao ICMS e saneamento básico, que nos permitiram alguns resultados para respostas a nossa pergunta, discutidos a seguir.

Saneamento básico e ICMS: o que o processo de Modelagem Matemática nos revelou

A coleta dos dados sobre essa investigação foi realizada em duas etapas: dados sobre a sonegação de ICMS e sobre os investimentos em saneamento básico. Após esse momento, os dados foram relacionados e estimadas possíveis formas de resolver a situação-problema. As etapas de coletas de dados, relação e estimativas serão descritas nos próximos parágrafos.

De primeiro momento, precisávamos conhecer melhor sobre o que é o ICMS. Esse tributo é previsto na Constituição Federal e incide sobre itens e setores diversos como: indústria, comércio, combustíveis, alimentos, bebidas e medicamentos. O imposto é embutido no preço dos produtos, desde itens básicos como arroz e feijão, até cosméticos, perfumes e cigarros. Apenas são isentos os produtos hortifrutigranjeiros embalados ou resfriados. Ou seja, mesmo sem perceber toda a população paga ICMS.

Ao pesquisarmos sobre a sonegação de impostos, encontramos dados fornecidos pelo Sindicato Nacional dos Procuradores da Fazenda Nacional (SINPROFAZ, 2019), que apontam que houve uma sonegação equivalente a 9,2% do Produto Interno Brasileiro (PIB) em 2018. De acordo com esses dados, a SINPROFAZ estimou 126.208 milhões de reais sonegados em ICMS, somente no ano de 2018, o que equivale a 1,8% do PIB nacional. Esse tributo teve o maior valor de sonegação.

Por meio do exposto, assumimos os dados fornecidos pela pesquisa do SINPROFAZ (2019) por serem os mais atualizados diante de demais encontrados. Para conseguirmos realizar estimativas de sonegação do ICMS em demais anos (um dos pontos importantes do processo de Modelagem) a partir do dado coletado, localizamos no site do Instituto Brasileiro



de Geografia e Estatística (IBGE), que o PIB de 2019 foi de 7,3 trilhões de reais. Segundo informações apresentadas em demais veículos de informação, observamos que o Banco Central do Brasil previu uma redução do PIB em 5% no ano de 2020.

Assim, a partir do valor do PIB de 2019, consideramos a previsão de que o PIB tenha sido de 6,935 trilhões de reais em 2020⁴. Logo, se do valor previsto para 2020 seria sonogado 1,8% em ICMS, teríamos o valor de R\$ 124.830.000.000,00 (cento e vinte e quatro bilhões, oitocentos e trinta milhões de reais).

Tendo em vista esse resultado, buscamos dados relacionados ao saneamento básico, em que foi possível encontrar diversas informações que apontam contribuições desse setor para a diminuição da mortalidade infantil e de doenças gastrointestinais. Porém, visualizamos a necessidade de investimentos públicos nesse setor.

De acordo com site TrataBrasil⁵, seriam necessários 300 bilhões de reais para universalizar água e esgoto, porém entendemos que esse valor seria um investimento, visto que de acordo com essa mesma organização a cada R\$ 1.00,00 gastos na expansão do saneamento, a sociedade ganharia R\$ 1.700,00.

Araújo e Bertussi (2018) revelaram que os custos para a universalização do saneamento foram estimados em 312,2 bilhões de reais, considerando valores de 2013. Posteriormente, os autores apresentaram que:

Tendo em vista que a meta para 2020 não mais será cumprida, o atual plano nacional para o setor postergou a meta de universalização para treze anos depois. De acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) (Brasil, 2014)⁶, para atingir a universalização do saneamento em 2033, serão necessários investimentos da ordem de R\$ 304 bilhões em vinte anos (2014-2033) (ARAÚJO; BERTUSSI, 2018, p. 170).

Por sua vez, de acordo com Economia Uol (2020) o saneamento básico é o setor mais atrasado da infraestrutura brasileira. Também, que seriam necessários entre R\$ 500 bilhões e R\$ 700 bilhões para universalizar os serviços de saneamento e, conseqüentemente, reduzir os prejuízos da população. Ademais, o estudo elaborado por Bittelbrunn et al. (2016, s. p.), apontou que “a universalização dos serviços de água e esgoto caminha a passos lentos rumo à universalização dos serviços de saneamento à população brasileira”.

⁴ Enfatizamos que a atividade foi desenvolvida ao longo do segundo semestre de 2020, por esse motivo o valor do PIB para 2020 foi estimado. De acordo com site do IBGE, o PIB de 2020 foi de 7,4 trilhões de reais.

⁵ Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/> >. Último acesso em: 27 mar. 2021.

⁶ Referência apresentada pelos autores: BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília: MCidades, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/T6NCpX>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Assim, por meio dos dados encontrados consideramos que seria necessário um investimento de 700 bilhões de reais para a universalização do saneamento básico. Esse investimento, possibilitaria economias em saúde, sendo que se considerarmos que a cada R\$ 1000,00 investido em saneamento seria economizado R\$ 1700,00 em saúde, teríamos uma economia de R\$ 1.190.000.000.000,00 (um trilhão, cento e noventa bilhões de reais). Ou seja, há uma diferença de 490 bilhões de reais em economia, se comparados o valor que seria investimento em saneamento e economizado em saúde.

A partir dos dados apresentados por Araújo e Bertussi (2018, p. 171), com relação aos valores investidos em saneamento de 2006 a 2015, utilizamos do software Excel e do comando planilha de previsão, para estimar possíveis valores a seres investidos em saneamento até 2033, ano no qual se prevê a universalização do saneamento básico, conforme esses autores. Observamos que o comando utilizado, considera intervalo de confiança (dado fornecido de 95%), interpolação e média.

Linha do Te	Valores	Previs	Intervalo de Confi
2006	4.537,40		
2007	4.237,80		
2008	5.620,30		
2009	7.844,20		
2010	8.962,30		
2011	8.378,20		
2012	9.753,70		
2013	10.485,20		
2014	12.197,70		
2015	12.175,10		
2016		13.647,74	1.313,59
2017		14.578,58	1.320,27
2018		15.509,41	1.327,05
2019		16.440,25	1.333,93
2020		17.371,08	1.340,91
2021		18.301,92	1.347,98
2022		19.232,75	1.355,15
2023		20.163,58	1.362,42
2024		21.094,42	1.369,79
2025		22.025,25	1.377,25
2026		22.956,09	1.384,81
2027		23.886,92	1.392,47
2028		24.817,76	1.400,22
2029		25.748,59	1.408,06
2030		26.679,42	1.416,00
2031		27.610,26	1.424,04
2032		28.541,09	1.432,17
2033		29.471,93	1.440,39

Figura 1 – Previsão de investimento, em milhões de reais, em saneamento básico
Fonte: Autores (2020).

Ao somarmos os valores previstos para 2016 a 2033 encontramos R\$ 388.077,04 milhões. Assim, em comparação aos R\$ 700 bilhões esperados para a universalização, ainda faltaria cerca de R\$ 311,9 bilhões, ou seja, entre 2016 e 2033 teria sido investido pouco mais de 55% em comparação ao valor esperado. Estendendo essa previsão, encontramos que em 2043 seria totalizado os R\$ 700 bilhões previstos, mas compreendemos também que ao longo do tempo esse valor deverá aumentar, por exemplo, pela inflação e valor do dinheiro ao longo do tempo.

Também, nos propusemos a investigar uma previsão para a sonegação do ICMS. Compreendemos limitações nesse momento, por termos encontrado poucos dados voltados exclusivamente a sonegação desse imposto. Em nossa previsão, consideramos os valores que apresentamos para 2018, 2019 e 2020. Observamos, inicialmente, que a previsão desses valores gerou um modelo semelhante ao linear, visto que os três dados considerados eram muito próximos.

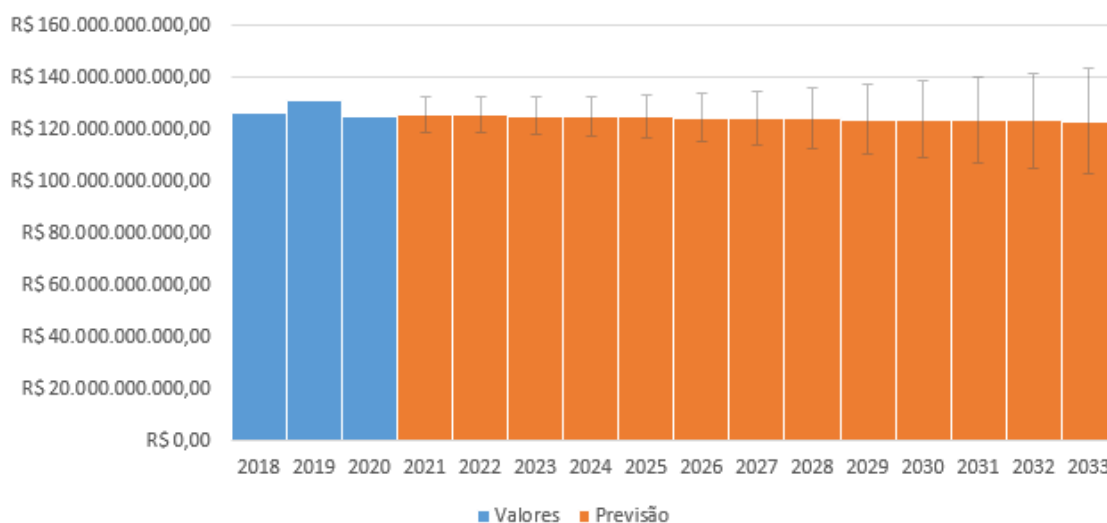


Figura 2 – Previsão de valores sonegados em ICMS

Fonte: Autores (2020).

A partir dos valores elucidados na Figura 2, observamos que de 2021 a 2033 serão sonegados R\$ 1.616.222.257.429,00. Esse valor é 2,3 vezes maior que os R\$ 700 bilhões esperados para a universalização do saneamento básico. Também, 5,2 vezes maior que o valor de previsão de investimento, em milhões de reais, em saneamento básico (Figura 1), no mesmo período.



De acordo com dados da SINPROFAZ (2019), em 2018 foram sonegados R\$ 126.208.000.000,00 em arrecadações estaduais com relação ao ICMS. Caso em 2019 fosse sonegado a mesma porcentagem apresentada em ICMS (1,8%) do PIB que foi de R\$ 7,3 trilhões de reais, teríamos no ano passado a sonegação de R\$ 131.400.000.000,00. Logo, por meio do valor encontrado de R\$ 124.830.000.000,00, estimado como sonegação do ICMS para 2020, nos últimos três anos considerados (2018-2020) teríamos a soma de R\$ 382.438.000.000,00 sonegados em ICMS.

Esse valor, em comparação com os 700 bilhões de reais necessários para a universalização do saneamento básico no Brasil, nos permite concluir que os valores sonegados em ICMS nos últimos três anos representam mais de 50% do necessário para a universalização e seriam suficientes para fornecer melhores condições de vida a grande parte da população brasileira. Também, ao observamos os valores investidos em saneamento de 2006 a 2015 concluímos que investiu-se R\$ 84.191.900.000,00, valor menor que o estimado em sonegação de ICMS somente em 2020.

Considerações Finais

Ao nos propormos a relatar uma experiência de uma atividade didática que relacionou saneamento básico e sonegação de impostos, desenvolvida a partir da Modelagem Matemática (BARBOSA, 2009), enquanto discentes de mestrado, sendo que esse momento foi o primeiro contato com a Modelagem, pretendemos evidenciar possibilidades discentes e docentes com a Modelagem. Desafios precisam ser criados e enfrentados com a utilização de novas tendências (nesse caso a Modelagem Matemática) para que novas portas se abram no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Por meio da discussão do saneamento básico e da sonegação de impostos, mais precisamente do ICMS, observamos que conteúdos/tópicos a serem ensinados na disciplina de Matemática na Educação Básica foram utilizados, como: porcentagem, probabilidade, estatística, tratamento da informação, proporcionalidade, aritmética básica, além de questões relacionadas a Educação Financeira, como o sistema monetário.

Assim, possibilidades do estudo de conteúdos matemáticos se abrem a partir de atividades de Modelagem Matemática, principalmente, relacionadas a assuntos de interesse dos estudantes e de dados de seus contextos.



A partir dos valores encontrados referentes a sonegação do ICMS, observamos o quanto esses fazem falta em setores essenciais para a população, como no saneamento básico. Em nosso contexto atual, marcado pela pandemia mundial do Coronavírus, novas questões podem surgir para proporcionar atividades de Modelagem, como: quantos respiradores poderiam ser comprados com o valor sonegado em ICMS? E com os demais impostos? Quanto dos impostos pagos corretamente poderiam ser retornados a saúde pública? Entendemos que necessitamos de uma conscientização popular, em que as pessoas pensem em seus próximos e não apenas em seus bolsos e benefícios próprios.

Por fim, esperamos que discussões sobre a Modelagem Matemática se ampliem na formação inicial e continuada de professores, encorajando esses a atuarem com a Modelagem em suas práticas docentes.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), fundação financiadora da pesquisa de mestrado da primeira autora.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agência financiadora da pesquisa de mestrado do segundo autor.

Ana Paula dos Santos Malheiros, professora da disciplina Modelagem em Educação Matemática em que a atividade relatada foi desenvolvida.

Referências

ARAÚJO, F. C. de; BERTUSSI, G. L. Saneamento Básico no Brasil: estrutura tarifária e regularização. **Planejamento e Políticas Públicas**, PPP, n. 51, jul./dez. 2018. Disponível em: < http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9864/1/ppp_51_saneamento.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

BARBOSA, J. C. Integrando Modelagem Matemática nas Práticas Pedagógicas. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, ano 14, n. 26, mar 2009, p. 1-10. Disponível em: < <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/article/view/5> >. Acesso em: 27 mar. 2021.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto. 2002.

BITTELBRUNN, F.; BRINCKMANN, R.; ANDRETT, M. C. da S.; PFITSCHER, E. D. Estudo da eficiência dos gastos com saneamento básico dos estados brasileiros e DF entre 2012 a 2014 por meio de Análise Envoltória de Dados. **XXIII Congresso Brasileiro de**



Custos – Porto de Galinhas, PE, Brasil, 16-18 nov. 2016. Disponível em: < <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/4216/4217> >. Acesso em: 27 mar. 2021.

BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. (Org). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

ECONOMIA UOL. **‘Novo’ saneamento gera R\$ 80 bilhões por ano**. Publicada em: 24 jun. 2020. Disponível em: < <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2020/06/24/novo-saneamento-gera-r-80-bilhoes-por-ano.htm#:~:text='Novo'%20saneamento%20gera%20R%24,%2F06%2F2020%20%2D%20UOL%20Economia> >. Acesso em: 27 mar. 2021.

IBGE. **Produto Interno Bruto – PIB**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php#:~:text=Todos%20os%20pa%C3%ADses%20calculam%20o,%24%201%20653%2C0%20bilh%C3%B5es.> >. Acesso em: 27 mar. 2021.

SINPROFAZ. **Sonegação no Brasil** – Uma Estimativa do Desvio da Arrecadação do Exercício de 2018. Brasília/DF, junho de 2019. Disponível em: < <http://www.quantocustaobrasil.com.br/artigos-pdf/quanto-custa-o-brasil-para-voce-%20sonegacao-no-brasil-uma-estimativa-do-desvio-da-arrecadacao-do-exercicio-de-2018.pdf> >. Acesso em: 27 mar. 2021.

VERONEZ, M. R. D; VELEDA, G. G. Reflexões sobre a Realidade em uma Atividade de Modelagem Matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 9, p. 1237-1252, n. 21, 2016. Disponível em: < <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1927> >. Acesso em: 27 mar. 2021.