

## TRABALHANDO A MODELAGEM MATEMÁTICA PARA TRATAR PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA EXTINÇÃO DE ABELHAS COM FOCO NO MARACUJÁ

Ana Fábía Guedes Vasconcelos <sup>1</sup>  
Vanessa de Souza Pereira <sup>2</sup>

### RESUMO

Baseado na metodologia de ensino Modelagem Matemática, que visa desenvolver no aluno um pensamento crítico matemático e até mesmo social, esse trabalho visa unir a Educação Matemática e a Educação Ambiental. A partir da aprovação de 51 agrotóxicos no Brasil, houveram muitas discussões sobre suas consequências, porém pouco foi comentado nas mídias sobre os danos que os agrotóxicos causa as abelhas e consequentemente a população, pois esta precisa de alimentos e as abelhas são responsáveis pela polinização de mais de 80% das plantas. Devido a alta dependência das abelhas, o maracujá foi escolhido como a fruta do estudo, dados foram coletados no IBGE e o problema foi montado “Sabendo que as abelhas são responsáveis pela polinização de 95% da produção do maracujá, por quanto tempo, a partir de 2019, ainda teremos a produção dessa fruta, caso as abelhas sejam extintas?”, após obter a resposta discussões poderão ser geradas para que haja uma maior preocupação diante da extinção das abelhas.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, Educação Ambiental, Extinção das Abelhas, Maracujá.

### INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com a formação de cada aluno está cada vez mais em pauta, abordagens de ensino estão sendo elaboradas e desenvolvidas para sanar os problemas no ensino. E de modo específico, a disciplina de matemática tem sido um grande desafio, porque existe um maior nível de rejeição por parte dos alunos, o que dificulta o ensino e aprendizado.

A rejeição à Matemática pode estar relacionada aos mecanismos de defesa, pois como cita Braghirolli (1995):

(...) o indivíduo frustrado pode reagir com inquietação, agressão, apatia, fantasia, estereotipia e regressão. Mas há outras formas de se tentar resolver os problemas ligados aos conflitos, frustrações e ansiedades. São os mecanismos de defesa. São assim chamados, porque visam proteger a auto-estima do indivíduo e eliminar o excesso de tensão e ansiedade. (...)

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, [anafabiaguedes@hotmail.com](mailto:anafabiaguedes@hotmail.com);

<sup>2</sup> Cursando Técnico em Agroindústria no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, [vanessar0304@gmail.com](mailto:vanessar0304@gmail.com);

A principal função dos mecanismos de defesa é ajudar-nos a manter a ansiedade e a tensão em níveis que não sejam tão dolorosos para nós. (...) Segundo Freud os mecanismos de defesa são inconscientes.

Baseado na perspectiva de ensino da Modelagem Matemática de Almeida (2016), foi desenvolvido um plano de aula para tratar função linear para alunos de 1º ano, que trabalhe com os impactos ambientais causados pela extinção de abelhas, com um foco em específico no Maracujá.

A disciplina Modelagem Matemática no Estudo de Ciências, aplicada no curso de Licenciatura da Universidade Estadual Vale do Acaraú, foi a base para a exploração da abordagem de Modelagem Matemática.

Já o tema proposto, que se trata de mensurar danos ambientais causados pelo desaparecimento das abelhas, surgiu a partir de uma notícia lançada no portal de notícias G1, em que a manchete abordava “Governo aprova registro de mais 51 agrotóxicos, totalizando 262 no ano”, segundo o G1.

O impacto causado pela manchete fez vir a tona o questionamento a respeito da população ter consciência dos danos irreversíveis que o uso indiscriminado de agrotóxicos pode vir a causar, diretamente e indiretamente. Diante disso, esse tema foi escolhido para ser discutido em sala com uma turma de 1º ano do ensino médio.

Desta forma, este trabalho tem por intuito propor uma aula que trabalhe função linear e desenvolva um senso crítico a respeito de um assunto discutido nas mídias sobre a aprovação de novos agrotóxicos no Brasil, assim como conscientizar sobre a importância das abelhas. E baseado nas fases da Modelagem Matemática proposta por Silva e Vertuan (2016), desenvolver um modelo matemático sobre a produção do maracujá e como consequência responder a uma questão ambiental e social a partir do problema pesquisado.

## **REFERENCIAL TEORICO**

### **Modelagem Matemática**

A Modelagem Matemática são procedimentos que envolvem o levantamento de informações e o uso de conceitos matemáticos e extra matemáticos para obter um modelo que viabiliza determinar soluções para um problema. A proposta de se usar essa metodologia dispõe dos resultados que ela propõe, de influenciar a pesquisa e proporcionar uma real interpretação de dados. (Silva e Vertuan, 2016).

Uma atividade de Modelagem Matemática, envolve fases relativas ao conjunto de procedimentos necessários para configuração, estruturação e resolução de uma situação problema as quais Silva e Vertuan (2016) caracterizou como: Inteiração; Matematização; Resolução; e Interpretação dos dados e validação.

Fluxograma 1: Fases da Modelagem Matemática.



Fonte: Silva e Vertuan (2016).

A fase da inteiração é a fase em que a proposta do tema é lançada, em que se faz as pesquisas e a problemática é feita para que ocorra a coleta de dados e a formulação de estratégias de resolução. Em seguida, é iniciada a fase da Matemáticação, pelo qual os dados coletados começam a ser moldados e representados de maneira matemática, ocorre a seleção de variáveis para que na fase da Resolução o modelo seja construído através de cálculos e resoluções matemáticas.

Após a resolução vem a última fase, que consiste em primeiramente interpretar o modelo encontrado e validando aquele modelo, ou seja, a capacidade de aplicação que ele propõe. E assim ter uma resposta a problemática feita inicialmente.

A identificação dessas fases para o desenvolvimento de uma atividade de modelagem coloca em evidência aspectos que caracterizam a Modelagem matemática: o início é uma situação-problema; os procedimentos de resolução não são predefinidos e as soluções não são previamente conhecidas; ocorre a investigação de um problema, conceitos matemáticos são introduzidos ou aplicados, ocorre a análise da resolução. Assim, estes constituem elementos que caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática (Silva e Vertuan, 2016).

### **Consequências da Extinção das Abelhas**

Ao passar dos anos a evolução da sociedade vem acarretando uma gigantesca distorção da paisagem do mundo, cidades aumentando e gerando consequências não comentadas e portanto não pensadas a respeito. Plantas caem e cidades se erguem, além dessa perda, animais que lá habitavam são tiradas de seus habitats bruscamente, tendo que procurar um novo modo de se viver.

Outra consequência da evolução é a produção de alimentos, que devido o aumento de natalidade e a diminuição da mortalidade, existem mais pessoas para serem alimentadas e por conta disso as percas na produção são motivos de prejuízo, para evitar o uso de agrotóxicos e pesticidas tem sido uma solução.

Diante de todo o caos causado, o declínio no número de animais polinizadores pode comprometer ainda mais esse processo atual de extinção de uma maneira agravante, dentre esses animais, um deles é a abelha, esse pequeno inseto é o principal polinizador de plantas (RECH, 2014; OLIVEIRA, 2015).

A vida das abelhas é crucial para o planeta e para o equilíbrio dos ecossistemas, pois na busca do pólen, para sua alimentação elas polinizam as plantações, e através dela que cerca de 80% das plantas se reproduzem. (MAGALHÃES, 2015)

Desse modo, as abelhas afeta a população diretamente, sem que tenha um total percepção. A nível alimentar, aproximadamente dois terços dos alimentos que ingerimos são produzidos com a ajuda da polinização das abelhas. Este é o reconhecimento de que,

sem as abelhas, a segurança alimentar da humanidade está ameaçada. (MAGALHÃES, 2015)

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Usando como referência as fases da Modelagem Matemática descrita por Silva e Vertuan (2016), a aula será iniciada introduzindo o assunto e discutindo suas problemáticas a partir de pesquisas.

No início do ano de 2019 foi encontrado meio bilhão de abelhas mortas, em uma contagem de três meses, de acordo com o site Galileu. E uma pesquisa feita pela Universidade de São Paulo a respeito dessas mortes, foi concluído que a principal causa eram os agrotóxicos.

Por meio disso, foi levantada outra questão “que impactos a morte das abelhas tem a sobre a população, para que haja uma real preocupação diante disso?”. Lembrando de conceitos biológicos a respeito de abelhas, temos que elas têm uma importância muito grande sobre a polinização das plantas e conseqüentemente a produção de frutos, cerca de 70% das plantas cultivadas, utilizadas diretamente para o consumo humano, dependem em certo grau da polinização realizada pelas abelhas (KLEIN, 2007).

Voltando a pesquisa para as abelhas, o site da revista EXAME falava justamente que as abelhas já estavam entrando para a lista de espécies em extinção, que levou ao site DE OLHO NOS RURALISTAS, onde é citado por Kayna Agostini em 2018 que o maracujá é altamente dependente de seu polinizador, 95% de sua produção ocorre devido a polinização das abelhas mamangava e que para suprir essa possível extinção das abelhas, os agricultores estão contratando trabalhadores para realizar o trabalho de polinização manualmente.

Portanto, a partir disso é lançado o problema aos alunos “Sabendo que as abelhas são responsáveis pela polinização de 95% da produção do maracujá, por quanto tempo, a partir de 2019, ainda teremos a produção dessa fruta, caso as abelhas sejam extintas?”

Como meio de pesquisa, foi utilizado o site do IBGE, chamado SIDRA, em que foram encontrados dados da produção de maracujá no Brasil.

Tabela 1: Produção de Maracujá no Brasil

ANO	PRODUÇÃO
2011	923035
2012	776097
2013	838244
2014	823284
2015	704369
2016	704253
2017	554598

Fonte: IBGE

No entanto, já se sabe que as abelhas são responsáveis por 95% da produção do maracujá e instintivamente espera-se que o aluno perceba que 5% da produção as abelhas não são responsáveis e que são esses valores que serão utilizados para solucionar o problema.

Tabela 2: Produção do Maracujá que não precisam das abelhas

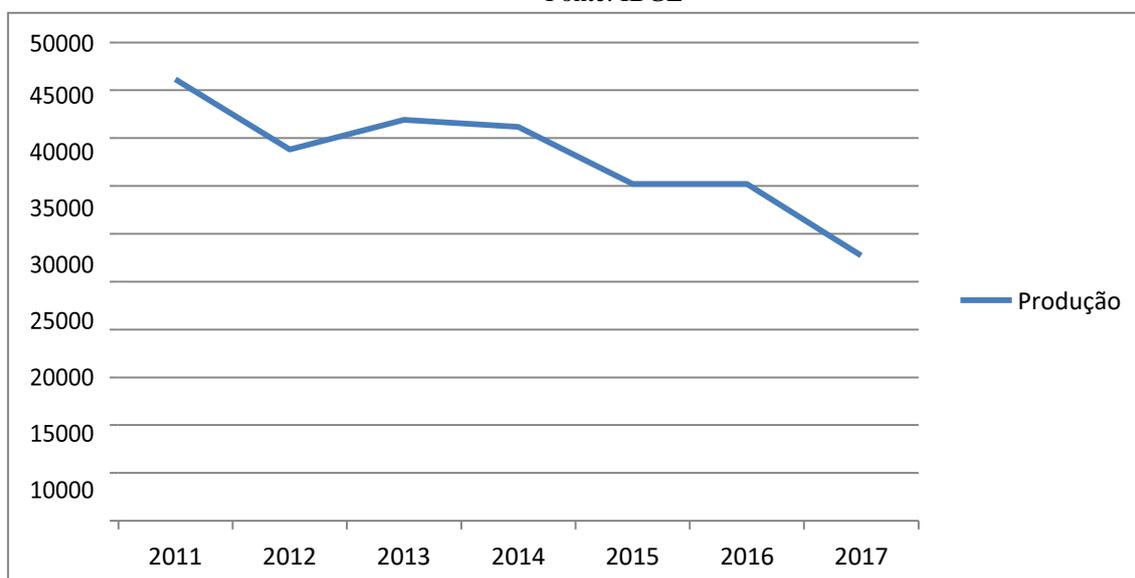
ANO	PRODUÇÃO SEM ABELHAS
2011	46151,75
2012	38804,85
2013	41912,2
2014	41164,2
2015	35218,45
2016	35212,65
2017	27729,9

Fonte: IBGE

Representando por meio de gráfico os dados encontrados, tem-se o seguinte gráfico:

Gráfico 1: Produção de Maracujá que não precisa das abelhas

Fonte: IBGE



Percebe-se que dentre as funções conhecidas pelos alunos, a que mais se assemelha é a função linear decrescente, cuja estrutura é  $f(x) = ax + b$  e para que se obtenha a fórmula linear do gráfico é necessário resolver um sistema. No entanto, a escolha de apenas dois pontos não oferece uma resposta tão precisa, devido a isso Bassanezi (2002) propôs um sistema que une dois pontos, chama-se Método dos Mínimos Quadrados:

$$\left\{ \begin{array}{l} n \cdot b + a \cdot \sum x = \sum y \\ b \cdot \sum x + a \cdot \sum x^2 = \sum x \cdot y \end{array} \right.$$

Após ouvir dos alunos a proposta de montar um sistema, é apresentada a fórmula proposta. Primeiramente, serão definidas as variáveis dependente (y) e independente (x), posteriormente serão obtidos os somatórios que a fórmula necessita.

A variável independente, definida pelos anos, será mudada para valores como (1, 2, 3...) a partir do ano que começa, por exemplo, o ano de 2011 será definido como um e assim adiante, isso será feito para facilitar os cálculos.

x	y	x <sup>2</sup>	x . y
1	46152	1	46152
2	38805	4	77610
3	41912	9	125736
4	41164	16	164656
5	35219	25	176095
6	35213	36	211278
7	27730	49	194110
Σ	28	140	995637

$$\begin{cases} 7 \cdot b + a \cdot 28 = 266195 \\ b \cdot 28 + a \cdot 140 = 995637 \end{cases}$$

Assim, tem-se que  $a = -2469,4$  e  $b = 47905$ , portanto a fórmula linear do gráfico de produção do maracujá em que não há participação das abelhas é  $f(x) = -2469,4x + 47905$ . E a pergunta do problema busca responder quanto vai durar a produção de maracujá, a partir do ano de 2017. Logo, sua variável dependente (y) tem que ser zero, portanto:

$$y = -2469,4x + 47905$$

$$0 = -2469,4x + 47905$$

$$- 47905 = -2469,4x + 47905 - 47905$$

$$- 47905 \cdot \frac{1}{-2469,4} = -2469,4x \cdot \frac{1}{-2469,4}$$

$$19 \approx x$$

Assim, tem-se que  $a = -2469,4$  e  $b = 47905$ , portanto a fórmula linear do gráfico de produção do maracujá em que não há participação das abelhas é  $f(x) = -2469,4 + 47905$ . E a pergunta do problema busca responder.

Para que o modelo funcione com todos os anos, temos a mudança da variável independente, de (1, 2, 3...) para (2011, 2012, 2013...):

Tabela 3: Validação das Variáveis

ANO (x)	ANO (t)
1	2011
2	2012
3	2013
4	2014
5	2015
6	2016
7	2017
$x = t - 2010$	t

Fonte: IBGE

$$y = -2469,4x + 47905$$

$$y = -2469,4(t - 2010) + 47905$$

$$y = -2469,4t + 5011399$$

Desse modo, com essa fórmula, pode-se ter precisamente o ano e a produção do maracujá que não depende da polinização das abelhas. Para que seja feita a validação basta escolher um dos dados da tabela e substituí-lo no termo t dado na função.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse método de ensino, pode-se perceber que além da interdisciplinaridade entre saber um pouco de biologia para resolver algo de matemática, temos um estudo social de fatos reais e atuais. Assim podem ser discutidas medidas tomadas no Brasil e suas consequências para a população.

Diante do modelo obtido, pôde-se notar que a polinização feita pelas abelhas tem grande influência, visto que os valores encontrados são alarmantes. Este enfatiza apenas a produção do maracujá, portanto pode-se ampliar as pesquisas com relação aos demais alimentos que são gerados na natureza, podendo dar origem a outros modelos matemáticos.

Falar sobre esse tema é importante, pois não se vê nenhuma medida sendo tomada para reverter essa extinção e suas consequências são graves e sérias.

## REFERÊNCIAS

SILVA, K. P.; VERTUAN, E. E. Modelagem Matemática na Educação. Londrina, 2016.

BRAGHIROLI, Elaine Maria et al. Psicologia Geral. Porto Alegre: Vozes, 1990.

DE OLHO NOS RURALISTAS, Castanha-do-Brasil e maracujá correm risco de extinção diante

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

das ameaças à polinização (2019). Disponível em:  
<<https://deolhonosruralistas.com.br/2019/02/12/castanha-do-brasil-e-maracuja-correm-risco-de-extincao-diante-das-ameacas-a-polinizacao/>>. Acesso em: 05/08/2019.

G1 AGRO, Governo aprova registro de mais 51 agrotóxicos, totalizando 262 no ano (2019). Disponível em: < <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/07/22/governo-aprova-registro-de-mais-51-agrotoxicos-totalizando-262-no-ano.ghtml>>. Acesso 05/08/2019.

GALILEU, Apicultores Brasileiros Encontraram Meio Bilhão de Abelhas Mortas em Três Meses (2019). Disponível em: < <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/05/apicultores-brasileiros-encontram-meio-bilhao-de-abelhas-mortas-em-tres-meses.html>>. Acesso em: 05/08/2019.

JORNAL USP, Morte de meio bilhão de abelhas é consequência de agrotóxicos (2019). Disponível em: < <https://jornal.usp.br/atualidades/morte-de-meio-bilhao-de-abelhas-e-consequencia-de-agrotoxicos/>>. Acesso em: 05/08/2019.

KLEIN, A.-M.; VAISSIÈRE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, v.274, p.303-313, 2007. DOI: 10.1098/rspb.2006.3721.

MAGALHÃES, João; MARQUES, Francisca; CRUZ, Hugo. A Importância do ser Abelha: Extinção das Abelhas provocaria Extinção dos Humanos em 4 anos. Porto, 2015. Disponível em: <<https://jra.abae.pt/plataforma/artigo/a-importancia-do-ser-abelha-extincao-das-abelhas-provocaria-extincao-dos-humanos-em-4-anos/>>. Acesso 20/08/2019.

OLIVEIRA, M. O. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. *ACTA Apícola Brasileira*, v. 3, n. 2, p. 01-06, 2015.

RECH, André Rodrigo et al. *Biologia da polinização*. Editora Projeto Cultural, Rio de Janeiro. 524p, 2014.

SIDRA – SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. Produção Agrícola. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso 20/08/2019.