UMA MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA NO MILHO DE PIPOCA

ALEXANDRE STANQUINI

EDITORA SCIENZA

Alexandre Stanquini

Uma Modelagem Matemática Aplicada no Milho de Pipoca

SCIENZA EDITORA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

So11u Stanquini, Alexandre

Uma Modelagem Matemática Aplicado no Milho de Pipoca. Alexandre Stanquini – São Carlos : Editora Scienza, 2026.

18 p.

ISBN – 978-65-5668-332-4

DOI – http://dx.doi.org/10.26626/9786556683324.2026B0001

1. Produtor de milho. 2. Consultoria agrícola. 3. Agricultura de precisão. 4. Aplicação Bertiniana. 5. Produtor Piruá Zero. I. Título.

CDD 510 - 600
matemática - tecnologia, ciências aplicadas

Elaborado por Editora Scienza
Índice para catálogo sistemático:
1. Matemática. 510 - 2. Tecnologia, ciências aplicadas. 600.

Revisão, Editoração, Ebook e Impressão:

EDITORA SCIENZA

Rua Coronel Domingos Marino de Azevedo, 85 – Boa Vista – CEP 13575-008 – São Carlos – SP
(16) 9 9285-3689 | www.editorascienza.com.br | gustavo@editorascienza.com

Alexandre Stanquini

Uma Modelagem Matemática Aplicada no Milho de Pipoca

Teoria da Radioatividade

2026

Conhecer sobre a racionalidade de Deus (**Exactus**), é decodificar (**Mathema**) a natureza (**Physis**) e suas maravilhas. Assim aprender ciência (**Episteme)** pelas suas Leis (**Canon**) coercitiva, e pela benção da semelhança, multiplicarmos vossa sabedoria, dominar o mundo e usufruir da melhor maneira possível (**f ' = 0**).

Alexandre Stanquini

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido.
Agora é hora de compreender mais para temer menos.”

Marie Curie

Sumário

1. Considerações Iniciais

A Matemática não foi nem está sendo desenvolvida para espantar ninguém, muito menos para ser cobrada em provas. O que acontece, muitas vezes, são aulas desprovidas de um conteúdo que desperte interesse no aluno. É preciso observar o histórico do assunto, a aplicação no cotidiano e a interligação entre aquilo que se ensina e as outras áreas do saber. Matemática não é prosa, é poesia. Faz-se necessário percebê-la no que ela esconde em sua etimologia, na sua função prática e na relação com tudo o que conhecemos. A matemática é como qualquer outra linguagem, como a música, por exemplo.

Vale ressaltar, que médicos curam, dentistas obturam, advogados defendem, agiotas emprestam dinheiro... E nós, matemáticos, fazemos o quê para sobreviver? Brigamos por um emprego que nos permita envelhecer rodeados de memorandos babacas que ninguém lê? E a matemática não serve para nada? Pouquíssimos colegas conseguem, realmente, sobreviver fazendo uso daquilo que nos ensinaram nas escolas: equacionar e resolver problemas quantitativos. Quanto aos demais, lamentavelmente, povoam bancos, vendem carros, dirigem ubers, são donos de lanchonete, quando não são burocratas. Por que os profissionais das exatas não podem ser liberais, sem chefes, donos do próprio nariz e aplicar matemática à vida das empresas como consultores? Seremos úteis à sociedade e a nós mesmos.

Por fim, acho louvável essa preocupação do governo, como exemplo de interligação de áreas de ensino, podemos fazer um paralelo entre a Literatura e a Física-Matemática. Camões, nos Lusíadas (1597), quando narra a viagem épica de Vasco da Gama às Índias, escreveu "*Que não há coisa, a qual natural sendo, que não queira perpétuo o seu estado*". Sem dúvida, essa conclusão sobre o gênero humano é uma versão do Princípio da Inércia que Galileu (1638) registrou: "*Todo o corpo em repouso ou em movimento uniforme tende a perpetuar o seu estado se nenhuma força atuar*". Nesses dois casos, não importou o objeto da análise, pois ambos concluíram a mesma lei observando fatos distintos. Galileu extraiu sua conclusão analisando racionalmente o comportamento cinemático de esferas rolando sobre planos inclinados, enquanto Camões concluiu seu pensamento observando o comportamento humano. Quando Descartes se preocupa com o acerto dos canhões comandados pelo príncipe Maurício de Nassau na Batalha de La Rochelle, vê-se diante de uma questão parecida com a de Shakespeare, meio século antes, na conduta terminal de Hamlet (1616). O soldado Descartes é inseguro, enquanto o personagem Hamlet é infeliz. Descartes não se conforma em ouvir a posição dos inimigos e não saber associar ao ângulo de tiro certeiro do canhão. O resultado é elementar: dezenas de colegas mortos. Hamlet não aceita o fato do seu pai, rei da Dinamarca, ter sido assassinado. Descartes, no Discurso do Método (1637), expressa o que sente através do "*Cogito, ergo sum*", enquanto Shakespeare com "*To be or not to be*". Cada qual ao seu modo – "*penso, logo existo*" e "*ser ou não ser*" – sintetizam a mesmíssima questão: o ato de entender é o que dá sentido às nossas vidas. Camões, Galileu, Descartes, Shakespeare e outros mostram-nos que, para descobrirmos, pouco importa se escrevemos ou calculamos. Basta, tão somente, termos sensibilidade, inspiração e dúvidas.

2. Histórico do Problema do Produtor Piruá Zero

Entende-se por milho de pipoca de qualidade aquele que se transforma em pipoca no menor tempo possível, produzindo a menor quantidade de piruá (grãos de milho queimados e endurecidos). Essa transformação depende do fornecimento de calor apropriado e do histórico agrícola do milho.

3. Consulta Realizada Sobre Milho de Pipoca

Para qualificar o milho produzido e ensacado pela fazenda Piruá Zero deve-se encontrar um parâmetro matemático que permita comparar quantitativamente os diversos tipos de milho produzidos pela empresa.

4. Modelagem Matemática da Consultoria

O modelo matemático foi elaborado com base no ***Étude de La Radioactivité*** (Estudo de Radioatividade) publicado no ano de 1898 por Marie Curie.

Observa-se experimentalmente que a lei de desintegração dos átomos é similar à lei de transformação de milho de pipoca.

LEI DE CURIE

*Dada uma massa **M** de material radioativo, o número de átomos que se desintegram no tempo é proporcional à massa de material no momento.*

LEI DA PIPOCA

*Dada uma massa **M** de milho, o número de grãos que se transformam no tempo em pipoca é proporcional à massa de milho no momento.*

QUALIFICAÇÃO DE MILHO DE PIPOCA

4.1 Equação Diferencial Original

O milho vai decaindo

$$\frac{dM}{dt} = -K.M$$

4.2 Equação Diferencial Padronizada

$$\mathrm{M}' + \mathrm{K}.\mathrm{M} = 0$$

$$\mathrm{M}\,(0) = \mathrm{M}_0$$

4.3 Aplicação da Bertiniana em termos de:

$$p(t) = \mathbf{K} \quad e \quad q(t) = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{M}(\mathbf{t}) = \boldsymbol{e}^{-\int \boldsymbol{p}(\boldsymbol{t})\mathbf{dt}}.\left[\int \boldsymbol{e}^{\int \boldsymbol{p}(\boldsymbol{t})\mathbf{dt}}.\,\mathrm{q(t)dt} + \mathrm{C}\right]$$

$$\mathbf{M}(\mathbf{t}) = \boldsymbol{e}^{-\int \mathbf{K}\,\mathrm{dt}}.\left[\int \boldsymbol{e}^{\int \mathbf{K}\,\mathrm{dt}}.\,\mathbf{0}\,\mathrm{dt} + \mathrm{C}\right]$$

$$\mathbf{M}(\mathbf{t}) = \boldsymbol{e}^{-\mathbf{Kt}}.\,[\,0 + \mathrm{C}]$$

$$\mathbf{M}(\mathbf{t}) = \mathrm{C}.\,\boldsymbol{e}^{-\mathbf{Kt}}$$

Para: $t = 0 \Rightarrow M(o) = M_0$

$$\mathbf{C} = \mathbf{M_0}$$

Portanto: $$\boxed{\mathbf{M(t) = M_0\,.\,\boldsymbol{e}^{-Kt}}}$$

LEI DA PIPOCA

4.4 Cálculo do Parâmetro **K**

A diferença de um milho de pipoca para outro pode ser verificado e avaliado em termos do parâmetro "K", ou seja, cada tipo de milho associa um K.

$$\mathbf{M(t) = M_0\,.\,\boldsymbol{e}^{-Kt}}$$

$$\frac{\mathbf{M}(\mathbf{t})}{\mathbf{M_0}} = \boldsymbol{e}^{-\mathbf{Kt}}$$

$$\boldsymbol{ln}\left[\frac{\mathbf{M}(\mathbf{t})}{\mathbf{M_0}}\right] = \boldsymbol{ln}\,\boldsymbol{e}^{-\mathbf{Kt}}$$

$$\boldsymbol{ln}\left[\frac{\mathbf{M}(\mathbf{t})}{\mathbf{M_0}}\right] = -\mathbf{K}.\,\mathbf{t}.\,\boldsymbol{lne}$$

$$-\mathbf{K} = \frac{1}{t}\, ln \left[\frac{\mathbf{M(t)}}{\mathbf{M_0}}\right]$$

$$+\mathbf{K} = \frac{1}{t}\, ln \left[\frac{\mathbf{M_0}}{\mathbf{M(t)}}\right]$$

$$\boxed{\mathbf{K} = ln \left[\frac{\mathbf{M_0}}{\mathbf{M(t)}}\right]^{\frac{1}{t}}}$$

CARACTERIZADOR DO MILHO

5. Dados Experimentais de Quatro Tipos de Milho

Analisou-se experimentalmente (fez-se pipoca) quatro tipos de milho:

Tipo	K	M_0 (g)	M(t)(g)	t (min)
A	1,075	70	8,15	2
B	1,394	70	4,30	2
C	1,214	70	6,17	2
D	0,957	70	10,32	2

Tabela Experimental

Onde:

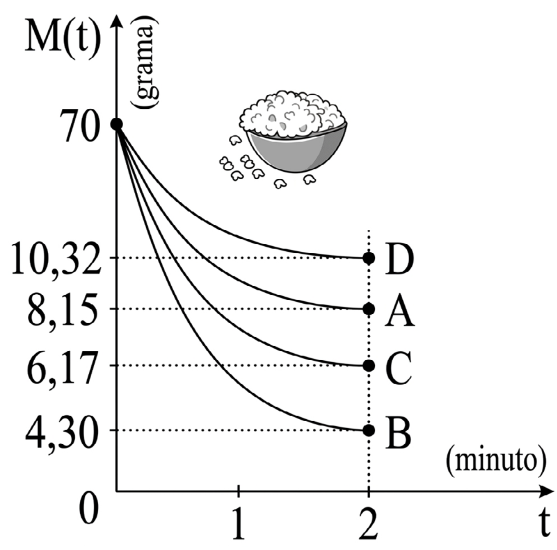
M_0 = massa inicial de milho experimentado (70 gramas).

M(t) = massa de milho após t minutos de fornecimento de calor.

Isto é:

$M_A(t) = 70.\, e^{-1{,}075t}$	$M_B(t) = 70.\, e^{-1{,}394t}$
$M_C(t) = 70.\, e^{-1{,}214t}$	$M_D(t) = 70.\, e^{-0{,}957t}$

Tabela Funções Ajustadas aos Experimentos

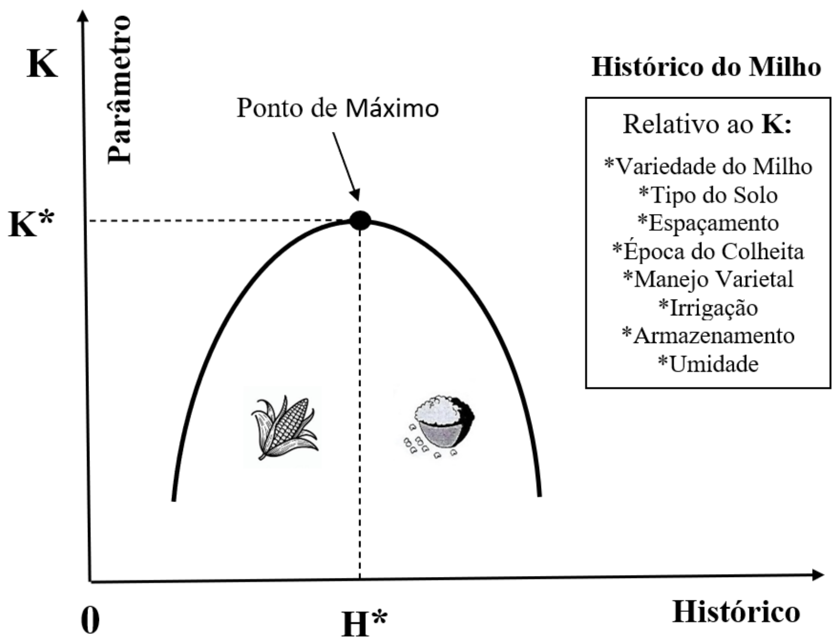


Gráficos dos Experimentos

6. Conclusão Para o Produtor Piruá Zero

O milho B é o melhor comparado experimentalmente aos outros, pois em dois minutos transformou a maior massa de milho em pipoca (65,70 g).

Percebe-se, portanto, que quanto maior for o parâmetro K (1,394), tanto melhor será o milho de pipoca. Assim, faz-se necessário definirmos o histórico ideal (**H***) de um determinado milho que proporcione **K** máximo (**K***).



Em relação à quantidade de piruá, observou-se que o milho B apresentou a menor massa (4,30 g), enquanto o milho D a maior (10,32 g). Isso mostra outro motivo para se produzir milho de pipoca com o parâmetro K maximizado.

Quanto ao modelo matemático adotado neste estudo (Teoria da Radioatividade), observou-se uma boa concordância com os dados experimentais. Pode-se calcular a meia-vida do milho ($t_{1/2}$) entendendo-a como o tempo necessário para metade da massa de milho de pipoca transformar-se em pipoca.

$$\boxed{M(t) = M_0 \, . \, e^{-Kt}}$$

$$\frac{M_0}{2} = M_0 \, . \, e^{-K \, . \, t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{M_0} \, . \, \frac{M_0}{2} = \frac{1}{M_0} \, . \, M_0 \, . \, e^{-K \, . \, t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-K \, . \, t_{1/2}}$$

$$2^{-1} = e^{-K \, . \, t_{1/2}}$$

$$\ln 2^{-1} = \ln e^{-K \, . \, t_{1/2}}$$

$$-\ln 2 = -K \, . \, t_{1/2} \, . \, \ln e$$

$$K \, . \, t_{1/2} \, . \, \ln 2$$

$$K \, . \, t_{1/2} = 0,693$$

$$\boxed{t_{1/2} = \frac{0,693}{K}}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{A} = \frac{\mathbf{0,693}}{1{,}075}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{A} = \mathbf{0,664}\ \text{minutos}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{B} = \frac{\mathbf{0,693}}{1{,}394}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{B} = \mathbf{0,497}\ \text{minutos}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{C} = \frac{\mathbf{0,693}}{1{,}214}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{C} = \mathbf{0,570}\ \text{minutos}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{D} = \frac{\mathbf{0,693}}{0{,}957}$$

$$(\mathbf{t_{1/2}})\text{D} = \mathbf{0,724}\ \text{minutos}$$

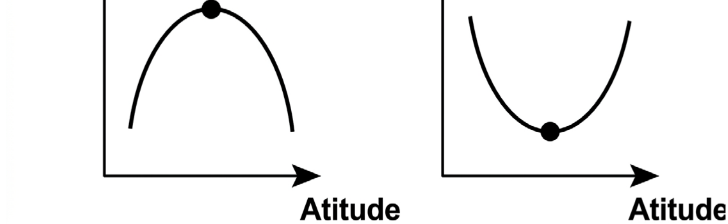
Em relação à meia vida do milho $t_{1/2}$, quanto menor melhor, pois implica em um parâmetro **k** maior - *melhor histórico* - e em uma maior velocidade de transformação do milho em pipoca.

7. Considerações Finais

Nos países desenvolvidos como Estados Unidos, Japão, Canadá, Inglaterra, França e Alemanha, pode-se constatar, *in loco*, que no relacionamento empresário/matemático, não há nada de preconceituoso e muito menos de constrangedor. Essa vaidade pessoal de achar que o empresário é obrigado a "parir" soluções técnicas já foi, há muito tempo, suplantada nesses países, motivado pela <u>concorrência</u>.

Na Alemanha, por exemplo, o executivo é consciente da sua nobre função de administrador, e dela faz parte recorrer a um matemático para orientá-lo na solução dos problemas quantitativos. A aproximação entre empresários e matemáticos tem sido dificultada também, pela imagem deturpada do consultor matemático diante dos olhos desconfiados do empresário. Esse confunde dois tipos de profissionais distintos: o consultor das Exatas, propriamente dito, e o de Recursos Humanos. É fundamental salientar que o primeiro nada tem a ver com o segundo.

O consultor matemático preocupa-se com os problemas quantitativos de uma indústria, que podem ser decodificados (*interpretados*) através do jargão matemático. De modo geral, um problema equacionado por um consultor matemático resulta nas curvas abaixo:



Por fim, tendo como exemplos as observações levantadas, vemos que podemos utilizar o **Equações Diferenciais** em muitas situações de nosso cotidiano, e que às vezes por falta de conhecimento sequer imaginaríamos tal quantificação matemática. Em suma a matemática não se limita, como pensam os leigos, a um conjunto de números munido de algumas propriedades e operações elementares, mas sim, em modelar situações reais.