



## UM ESTUDO COMPARATIVO EM RELAÇÃO ÀS ESTUFAS CONVENCIONAIS E ELÉTRICAS NA SECAGEM DE FOLHAS DE FUMO POR MEIO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Glauca Cabral Moraes<sup>1</sup>

Luciana Elisa Tornquist<sup>2</sup>

Rafael Winicius da Silva Bueno<sup>3</sup>

### Modelagem Matemática

**Resumo:** Neste artigo, busca-se relatar uma experiência realizada na disciplina de Modelagem Matemática, do Curso de Licenciatura em Matemática, da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, relacionando os custos gerados durante o processo de secagem do fumo em duas estufas: uma convencional e uma elétrica. O estudo foi estruturado baseando-se em conceitos propostos por Biembengut (2004; 2009; 2014), Bassanezi (2002) e Burak (1992). Para desenvolver o trabalho, seguimos os passos sugeridos por Burak (1992): escolha de um tema, pesquisa exploratória, levantamento do problema; resolução dos problemas e desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema e, por fim, análise crítica da solução. Diante disso, realizou-se uma saída de campo para conhecer o processo de cultivo do fumo, na qual visitamos uma propriedade que utiliza a estufa convencional para a secagem das folhas. Contudo, o produtor já havia efetuado o investimento em uma estufa elétrica, viabilizando um estudo comparativo. Diante disso, foi possível verificar a secagem da folha de fumo nas duas estufas, bem como os itens e os custos gerados. O estudo possibilitou entender e responder quais as vantagens para realizar um investimento de uma estufa elétrica em uma propriedade agrícola que já possui uma estufa convencional. A análise dos dados e a criação de modelos matemáticos possibilitou concluir que a estufa mais vantajosa, a partir da quitação da sua instalação, foi a elétrica.

**Palavra-chave:** Modelagem Matemática. Estufa elétrica e convencional. Secagem do fumo.

### INTRODUÇÃO

Neste artigo, busca-se relatar uma experiência realizada na disciplina de Modelagem Matemática, do curso de Licenciatura em Matemática, localizada na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, região central do estado do Rio Grande do Sul. Trata-se da forma de secagem de folhas de fumo em estufas convencionais e elétricas e seus gastos para a secagem, objetivando verificar se é vantagem realizar o investimento em uma estufa elétrica em uma propriedade que já possui a estufa convencional. As atividades propostas foram desenvolvidas baseadas em conceitos propostos por Biembengut (2004; 2009; 2014), Bassanezi (2002) e Burak (1992). Através deste estudo, buscamos contribuir na escolha dos produtores rurais em implantar ou não este investimento.

---

<sup>1</sup>Mestre em Educação. Professora do Departamento de Matemática. Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC. glauciamoraes@unisc.br

<sup>2</sup>Licenciada em Matemática. Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC. lucianatornquist@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestre em Matemática. Professor do Departamento de Matemática. Universidade de Santa Cruz do Sul- UNISC. rafaelbueno@unisc.br

## ORIENTAÇÕES TEÓRICAS

Estudos e avaliações externas evidenciam constantemente a dificuldade que os estudantes apresentam em relação ao ensino da Matemática, tornando-a uma área do conhecimento para poucos e que provoca muitas evasões escolares. Nesse sentido, é fundamental o papel do educador como um sujeito capaz de explorar e fomentar uma aprendizagem significativa, em que a matemática venha a ser uma proposição nesse processo educativo.

O grande desafio para os educadores é pensar como estruturar tal conteúdo programático, ou seja, como posso explorar tal temática partindo de certa contextualização e problemática. Não vale apenas entender a matemática pura dos livros de cálculos aprendidos na formação acadêmica, mas, sim, apropriar-se de tal conhecimento e fazer dele algo útil e desafiador, de modo que cada sujeito seja parte fundamental desse todo. Assim, estudantes e educadores aprendem e ensinam, em um formato de ensino horizontal, isto é, o professor é mediador e articulador no cenário educacional.

Na proposta de ensino e aprendizagem enfatizada neste estudo, destaca-se a Modelagem Matemática, que pode ser entendida como

[...] um processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa ótica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento apurado de matemática, o modelador deve ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. (BIEMBENGUT, 1999, p. 20).

Dessa forma, a modelagem aproxima a realidade do estudante com os conteúdos estudados, e o educador é peça fundamental nessa proposta. Para comprovar tal relação, será relatado, neste artigo, um estudo envolvendo o cultivo de fumo, a análise de todo esse processo, bem como a comparação dos custos com a estufa convencional e a possibilidade de uma troca para a estufa elétrica.

Para um melhor entendimento, foi realizado uma pesquisa sobre essa cultura e seu procedimento. O cultivo do fumo inicia no mês de maio, com a sementeira. Segundo as instruções de manejo oferecidas pela indústria cigareira, o cultivo divide-se em etapas, conforme segue:

Na primeira etapa do processo da plantação, as sementes de tabaco são semeadas em viveiros especialmente construídos para esse fim. Ao mesmo tempo, os agricultores preparam cuidadosamente os solos. Depois de dois meses nos viveiros, as sementes já se tornaram em plantas com aproximadamente 15 a 20 centímetros de altura e estão prontas para serem transplantadas para o campo. As plantas crescem no campo por mais dois ou três meses. Durante o processo de crescimento, as plantas são cultivadas para maximizar o teor e a qualidade, o solo é cuidado regularmente e tomam-se os devidos cuidados para proteger as plantas contra pestes e doenças. (PHILIP MORRIS INTERNATIONAL, 2013).

A folha de fumo usada em estufas é do tipo Virginia, sendo que esta modalidade gera uma melhor qualidade e aproveitamento, resultando um maior benefício financeiro para o produtor. Tais informações foram extraídas a partir de uma saída de campo, na qual os produtores relataram como se constituía seu cultivo na produção de fumo. Autores, como segue abaixo, apontam a variedade Virgínia como a ideal para a região:

O fumo de estufa é a cultura que exige o maior investimento em capital fixo e a tecnologia mais avançada para o cultivo, sendo a variedade Virgínia, a de melhor adaptação nessa modalidade de produção. O processo produtivo do fumo de estufa vai da produção das mudas até a cura do produto por estufas, tendo uma duração média de cinco meses. Após esse processo passa-se para a classificação e, somente depois o produto encontra-se pronto para a comercialização. (PAULI; FLECH; LUCAS, 2012, p. 210).

Depois de finalizado o cultivo da planta, é realizada a colheita das folhas de fumo e, em seguida, a secagem das mesmas, sendo realizada em quatro etapas: amarelção da folha, murchamento, fixação da cor e secagem do talo. É importante salientar que cada etapa requer diferentes temperaturas, no qual a amarelção da folha é mais baixa, subindo progressivamente, até atingir a temperatura ideal para a secagem do talo.

Baseado no convívio que se tem com fumicultores e através da saída de campo realizada, foi possível entender mais sobre esse processo. A secagem das folhas de fumo na estufa convencional ocorre da seguinte forma: após a colheita das folhas, elas são costuradas com linha branca em uma vara de madeira, utilizando uma tecedeira elétrica; após, as varas são penduradas em andaimes dentro da estufa. Posteriormente, é acionado o painel de controle de temperatura e umidade. Então, é acesa a fornalha, que permanecerá de 6 a 8 dias em funcionamento, até finalizar o seu processo de secagem. Para a retirada das folhas de fumo da estufa, é

necessário que a mesma esteja em temperatura ambiente e que as folhas estejam umedecidas.

Já a secagem das folhas de fumo na estufa elétrica ocorre a partir de um procedimento diferenciado. Após sua colheita, as mesmas são grampeadas com grampos de metal, utilizando uma grampeadeira com alavanca para, então, serem penduradas em estaleiros dentro da estufa. Ao finalizar essas etapas, é acionado o programa pré-programado para a secagem das folhas de fumo. Nesse momento, é ligado o ar forçado para uniformizar a temperatura interna e, então, é acesa a fornalha. O ar e a fornalha permanecerão de 5 a 7 dias em funcionamento, até finalizar o seu processo de secagem. A retirada das folhas acontece de forma semelhante à estufa convencional. Para auxiliar no umedecimento das folhas, a estufa elétrica possui um sistema de mangueiras de água e de ventiladores, que umedece as folhas de sua preferência.

Feito esse breve esboço do processo de secagem das folhas de fumo a partir de duas propostas de estufas, questiona-se: qual o propósito da modelagem matemática nesse contexto? Quais conteúdos matemáticos podemos explorar a partir dessa problemática? Quais são os conhecimentos necessários para a resolução desse estudo? É possível relacionar a vivência de cada estudante com modelos matemáticos? É vantagem realizar um investimento de uma estufa elétrica em uma propriedade agrícola que já possui uma estufa convencional?

Diante disso, cada vez mais, torna-se primordial um conhecimento de mundo, de atualidades, de leituras, bem como o uso da criatividade, da contextualização, de realidades significativas, para o sujeito desenvolver um processo de aprendizagem. Assim, justifica-se a abordagem dessa pesquisa exploratória, uma vez que foi preciso um conhecimento de como se dá o cultivo de fumo e como este estudo identifica-se com o ensino da matemática, ou seja, quais são os conteúdos matemáticos que estão implícitos para o desenvolvimento e a tentativa de uma resposta para as problemáticas apresentadas.

## **DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE**

A pesquisa teve duração de aproximadamente 40 dias no contexto da disciplina de Modelagem Matemática, nos espaços da propriedade agrícola que cultiva fumo, situada no interior do município de Vera Cruz/RS. Essa propriedade utiliza, na secagem das folhas, a estufa convencional, mas já realizou o investimento

em uma estufa elétrica, totalizado em R\$36.000, podendo ser pago em até 5 anos, sem juros, pela financeira. Através dessa pesquisa exploratória, foi possível verificar como ocorre a secagem da folha de fumo em estufas convencionais e elétricas, bem como os gastos de cada uma para a secagem.

Abaixo, são apresentados os itens necessários e seus respectivos custos para a secagem de folhas de fumo em relação à estufa convencional. Cabe ressaltar que o cálculo feito da luz gasta para a máquina “tecedeira” foi considerando um tempo de 4 horas ligada constantemente. Já o custo da linha foi totalizado a partir de 2 rolos. A luz necessária para o aparelho medidor de temperatura e umidade foi calculado por 8 dias interruptos. Foram usados 5,5 metros cúbicos de lenha, e o custo com a mão-de-obra deu-se considerando 7 empregados, totalizando um custo conforme a tabela 1.

Gastos da Estufa Convencional:

Itens necessários	Custos (R\$)
Luz para máquina “tecedeira”	35,00
Rolos de linha	18,00
Luz para aparelho medidor de temperatura e umidade	12,50
Lenha	357,50
Mão-de-obra	770,00
Total	1.193,00

Tabela 1: Itens e custos da estufa convencional

A figura 1 representa uma estufa convencional, sendo ela composta por paredes de tijolos, telhado, porta e suspiros na parte inferior e superior da estufa. Esses suspiros servem para a entrada de ar em determinados momentos da secagem. Ela utiliza o calor para a secagem de folhas de fumo, que é produzido em uma fornalha. Esta é composta por tijolos, possui uma parte no lado externo da estufa (utilizada para a colocação da lenha) e outra no lado interno (utilizada para a liberação do calor). Na parte interna, para ajudar na distribuição do calor, encaixam-se canos de metal. Utilizam-se andaimes feitos de madeira, para pendurar as varas que contêm as folhas de fumo costuradas.



Figura 1: Estufa convencional: parte externa e interna

Fonte: Propriedade agrícola situada no interior de Vera Cruz/RS (2016)

Assim como foram detalhados os itens necessários e seus custos no uso da estufa convencional, especifica-se também cada um no uso da estufa elétrica. A luz necessária para os ventiladores foi calculada por 6 dias, ligada constantemente. Foram usados 3 metros cúbicos de lenha, e a mão-de-obra deu-se a partir da contratação de 8 empregados, totalizando o valor mencionado na tabela 2.

Gastos da estufa elétrica:

Itens necessários	Custos (R\$)
Luz	160,00
Lenha	195,00
Mão-de-obra	880,00
Total	1.235,00

Tabela 2: Itens e custos da estufa elétrica



Figura 2: Estufa elétrica: parte externa e interna

Fonte: Propriedade agrícola situada no interior de Vera Cruz/RS (2016)

A figura 2 representa uma estufa elétrica, sendo composta de duas maneiras, por paredes e chapa de tijolos ou por paredes e telhado de metal, uma porta, suspiros e flaps na parte superior da estufa e janelas. Esses suspiros servem para expulsar a umidade, já os flaps para a entrada de ar quando necessário. A abertura e o fechamento dos suspiros e flaps ocorrem de forma automática na estufa elétrica, através de seu aparelho pré-programado para fazer a secagem do fumo. A parte interna é dividida por uma parede de tijolos ou metal, dependendo da maneira que é construída; possui aberturas para a circulação de ar, de uma parte interna da estufa para a outra, sendo que uma parte contém uma fornalha de metal, ventiladores e flaps.

A fornalha possui uma parte no lado externo da estufa, utilizada para a colocação da lenha, e outra no lado interno, utilizada para a liberação do calor. Os ventiladores são fixados, de modo que o ar atinja a fornalha, assim utilizados para levar o ar quente para a outra parte interna da estufa, fazendo com que as folhas sequem. Na outra parte interna da estufa, encontram-se estaleiros, que são utilizados para pendurar os grampos com as folhas grampeadas. Nela há também os suspiros, as janelas e a porta.

Para uma melhor compreensão dos problemas calculados, relacionamos todas as informações, quantidades de determinados materiais com a plantação e cultivo de fumo a partir da arroba<sup>4</sup>, sendo exemplificado na tabela 3.

---

<sup>4</sup> Uma arroba equivale a 15 kg de tabaco.

Estufa Convencional (valores transformados para 1 arroba)	
Luz para máquina "tecedeira"	R\$ 1,17
Linha	R\$ 0,60
Luz para aparelho mediador de temperatura/umidade	R\$ 0,42
Lenha	R\$ 11,92
Mão-de-obra	R\$ 25,67
Total de gastos	R\$ 39,78

Tabela 3: Itens e custos da estufa convencional equivalentes a 1 arroba

Da mesma forma que a tabela 3, foi construída a 4, objetivando facilitar as conversões de gastos referentes aos produtos usados no processo de secagem do fumo, por meio da conquista de uma estufa elétrica, numa propriedade agrícola que já possuía uma estufa convencional.

Estufa Elétrica (valores transformados para 1 arroba)	
Luz	R\$ 2,46
Lenha	R\$ 3,00
Mão-de-obra	R\$ 13,54
Total de gastos	R\$ 19,00

Tabela 4: Itens e custos da estufa elétrica equivalentes a 1 arroba

Paralelamente as análises feitas após toda a produção de dados, foi possível estabelecer modelos matemáticos, gerando duas funções lineares: uma modelando o processo de secagem da estufa convencional, conforme Eq. (1); e a outra da estufa elétrica, segundo Eq. (2).

$$f(x) = 39,78x \quad (1)$$

$$f(x) = 19x + 36.000 \quad (2)$$

A junção da modelagem matemática, dos conhecimentos básicos da matemática fundamental, da vivência junto a uma propriedade agrícola, do

entendimento do processo de secagem do fumo tornou possível constatar em que momento a estufa elétrica se pagaria, ou seja, a partir de que momento a estufa elétrica apresentaria vantagem (custos) em relação à estufa convencional.

Igualando as funções conforme Eq. (3), obtivemos o momento em que o investimento é quitado.

$$39,78x = 19x + 36.000 \quad (3)$$

A partir do resultado, verificou-se que é preciso produzir 1.732 arrobas para quitar o investimento. Conforme a estufa elétrica da propriedade agrícola visitada, secam-se 65 arrobas por vez. Através de um cálculo simples de divisão, é possível concluir que a estufa elétrica se pagará a partir da 27<sup>o</sup> fornada.

Feito isso, foi viável analisar duas propriedades que cultivam fumo, uma com 80.000 pés e outra com 40.000 pés de fumo, para ver se ambas conseguiriam quitar este investimento dentro do prazo estipulado pela financeira. A propriedade que cultiva 80.000 pés de fumo produz, em média, 12 fornadas por safra. Então, para descobrir o tempo que levarão para quitar o investimento, deve-se realizar uma divisão conforme Eq. (4),

$$\frac{\text{Nº de fornadas que a estufa elétrica se pagará}}{\text{Nº de fornadas por safra}} = \frac{27}{12} \cong 2,25 \text{ anos.} \quad (4)$$

Já a propriedade que cultiva 40.000 pés de fumo produz, em média, 6 fornadas por safra; então, para obter o tempo que levarão para quitar o investimento, deve-se realizar uma divisão novamente, obtendo o resultado de 4 a 5 anos.

Concluimos que, para o produtor que cultiva 80.000 pés de fumo, o investimento é viável, bem como para produtores que plantam aproximadamente 80.000, visto que a estufa se paga antes da metade do tempo estipulado pela financeira. Já para o produtor que cultiva 40.000 pés de fumo o investimento torna-se duvidoso, pois a estufa se pagará muito próximo do tempo estipulado pela financeira. Sabendo que o cultivo de uma planta é incerto, estudos comprovam que, para o investimento de uma estufa elétrica, o produtor deveria cultivar mais de 40.000 pés.

Ainda pode-se enfatizar a eficácia e o benefício da estufa elétrica a partir dos discursos de produtores rurais, identificados como A e B, descritos abaixo:

*“É vantagem, reduz a mão-de-obra (antes, durante e depois da secagem); a cura da folha de fumo resulta mais uniforme, proporciona maior segurança, reduz o uso de lenha e é um secador multiuso, podendo ser usado para secar cereais. [...] É vantagem. Gera uma maior uniformidade na coloração do fumo, mais praticidade para enfornar e desenfornar o fumo e tranquilidade no processo de secagem do fumo.”* (PRODUTORES A e B)

Tais discursos comprovam as vantagens da aquisição de uma estufa elétrica em uma propriedade agrícola, em que se tem a plantação e o cultivo do fumo como fonte de renda familiar. Os resultados obtidos foram modelados a partir de uma análise de uma situação-problema, com todos seus aspectos relevantes e seus respectivos custos, mensurados proporcionalmente, para que se verificasse a viabilidade de tal investimento. Isso não é pensado a partir da lógica da comercialização, em que se estabelece o discurso do vendedor, interessado em promover o seu produto, mas, sim, através de cálculos que comprovam se a aquisição seria vantajosa ou não para o produtor rural de fumo e comerciante de tabaco.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização dos cálculos possibilitou verificar que o investimento em uma estufa elétrica em uma propriedade agrícola que cultivava 40.000 ou mais pés de fumo, chegando a 80.000 (em que já cultivava o fumo, utilizando a estufa convencional na secagem das folhas), é viável e será quitado antes do prazo estipulado pela financeira.

Dessa forma, com o aproveitamento desta pesquisa, outras vantagens quanto à realização desse investimento surgiram, como, por exemplo, a redução de mão-de-obra após a secagem, pois o fumo secado em uma estufa elétrica não necessita ser manocado e há redução na presença de material estranho, como a linha branca.

De fato, a proposta de aprendizagem a partir da Modelagem Matemática permite a criação de estratégias de ação do sujeito sobre a sua realidade, envolvendo todo um contexto, no qual relaciona os conceitos e fundamentos matemáticos com o cotidiano dos envolvidos, numa busca por um ensino significativo e atual. Tal metodologia desperta o interesse no estudante, uma vez

que parte de situações- problema, de algo a ser descoberto, ou seja, não há sentido em um estudo no qual já se preveem os possíveis resultados.

Assim, é preciso pesquisa, comprometimento, disciplina, contextualização, criatividade, entre outros fatores, que traduzem uma simples aula em um planejamento coerente e promissor, que transformará o estudante em protagonista neste cenário educacional.

## REFERÊNCIAS

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

BIEMBENGUT, M. S. *30 anos de Modelagem Matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais*. Alexandria, v.2, n.2, p.7-32, 2009.

BURAK, D. *Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem*. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

DANTE, L. R. *Matemática contexto e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Ática, 2011.

MELLO, J. L. P. *Matemática, volume único: construção e significado*. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

\_\_\_\_\_. *Modelagem Matemática e implicações no ensino e na aprendizagem de Matemática*. 2.ed. Blumenau: Edfurb, 2004.

\_\_\_\_\_. *Modelagem Matemática no Ensino Fundamental*. Blumenau: Edfurb, 2014.

PAULI, R. I. P.; FLECH. E. M.; LUCAS, L. O. *Modalidades de produção fumicultora no Rio Grande do Sul e particularidades das variáveis tecnológicas e do trabalho*. Revista Latino-Americana de História, v. 1, nº. 3. ed. 2012. Disponível em: file:///C:/Users/educarse3/Downloads/80-256-2-PB.pdf. Acesso em: 10 de mai. 2017.

PHILIP MORRIS INTERNATIONAL. *Cultivo do tabaco*. Portugal, 2013. Disponível em: projeto.unisinos.br/rla/index.php/rla/article/download/80/58. Acesso em: 8 de mai. 2013.

\_\_\_\_\_. Projeto Múltiplo: *Matemática: ensino médio*. São Paulo: Ática, 2014.