O CRESCIMENTO DA ALFACE APLICADO AO ENSINO DE MATEMÁTICA POR MEIO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

GROWTH OF LETTUCE APPLIED TO MATHEMATICAL EDUCATION BY MATHEMATICAL MODELING

Tatiane Maria Pedrosa de Miranda [1]

Luciana Bertholdi Machado [2]

Acelmo de Jesus Brito [3]

Resumo

Esta pesquisa é resultado de um trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Matemática na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, campus de Barra do Bugres, cujo objetivo é desenvolver uma proposta de ensino de matemática por meio da Modelagem Matemática aplicada ao crescimento da alface, quanto à altura e diâmetro, sob a perspectiva de ajuste de curvas. Entendemos que é crescente a necessidade de elaboração de novas estratégica para o ensino de matemática e a Modelagem Matemática é uma alternativa metodológica que favorece as experiências vividas pelos próprios alunos. Para nosso estudo algumas etapas foram desenvolvidas: construção da horta, coleta de dados, ajuste de curva dos dados e análise dos resultados. Os resultados apontaram que um modelo de regressão polinomial fornece um bom ajuste para descrever a altura em função do diâmetro da alface.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Ensino. Métodos dos Mínimos Quadrados. Alface.

Abstract

This research is the result of a course conclusion paper presented to the Undergraduate Mathematics course at the University of the State of Mato Grosso - UNEMAT, Campus of Barra of Bugres, whose objective is to develop a proposal of teaching mathematics through Applied Mathematical Modeling to lettuce growth, in height and diameter, from the perspective of curve fitting. We understand that the need for elaboration of new strategies for teaching mathematics is increasing and Mathematical Modeling is a methodological alternative that favors the experiences lived by the students themselves. For our study, some steps were developed: building the garden, collecting data, adjusting the data curve and analyzing the results. The results showed that a polynomial regression model provides a good fit to describe the height as a function of lettuce diameter.

Keywords: Mathematical Modeling. Teaching. Least Squares Methods. Lettuce.

[1] Licenciada em Matemática pela Universidade do Estado de Mato – UNEMAT. Docente na escola Estadual Regina Tenório de Oliveira, Porto Estrela – MT. E-mail: tatymirandah@gmail.com
[2] Mestra em Matemática Universitária pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Rio Claro/SP. Docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNEMAT – Campus de Barra do Bugres/MT. E-mail: lucianabm@unemat.br
[3] Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNEMAT – Campus de Barra do Bugres/MT. E-mail: acelmo@unemat.br

1. Introdução

O processo de modelar, de matematizar uma situação real, nos permite caminhar em várias áreas de conhecimento, estabelecendo uma relação de interdisciplinaridade, como é previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's.

São vários os autores que defendem o uso da Modelagem Matemática, entre eles: Bassanezi (1999), Biembengut (2000), Biembengut e Hein (2005), Barbosa (2001), entre outros, de forma que percebemos que é de senso comum entre os autores que a modelagem vem dar mais significado aos conceitos matemáticos abordados em sala de aula.

Tendo em vista que a modelagem matemática é uma alternativa metodológica para o ensino de Matemática e, além disso, favorece as experiências vividas pelos próprios alunos, viemos com este trabalho propor uma aplicação da modelagem matemática ao crescimento da alface, uma atividade que pode ser aplicada ao ensino de vários conceitos matemáticos, como citaremos mais adiante.

Pretendemos com este trabalho analisar o crescimento da alface levando em consideração a altura e o diâmetro (medida entre os extemos das folhas) e a partir disso encontrar uma curva que melhor se ajuste a um conjunto de dados. Para tanto, faremos uso de um recurso matemático chamado de Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), tendo o programa Excel como ferramenta fundamental nesse processo.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma atividade que pode ser trabalhada em sala de aula, onde o objeto de estudo é uma hortaliça que está presente todos os dias nas refeições da grande maioria dos alunos, tendo como ferramenta principal a modelagem matemática.

2. A Modelagem Matemática

Passeando pela História da Matemática, não é difícil perceber que, em várias situações, a modelagem matemática já se fazia presente. Por exemplo, Arquimedes e a Coroa do Rei Hieron, o modelo Geocêntrico do Sistema Planetário apresentado por Ptolomeu no século II d.C., o problema das Pontes de Königsberg resolvido pelo matemático Leonhard Euler, entre outros. Segundo Strathern (1999, p.46)

> Galileu associou a Matemática a Física, e quando estes conhecimentos foram relacionados, surgiu à noção de Força e o nascimento da Física Moderna. Essa

> aplicação da análise matemática a física gerou a ideia de experimentação, ou seja, de que a experiência prática concreta podia ser abstraída em termos numéricos e conceituais, e os resultados poderiam ser comparados e verificados, resultando em as leis genéricas.

Percebemos que Galileu utilizou modelagem matemática em seus projetos de experimentos, mesmo essa tendência não ter sido reconhecida até então. Biembengut e Hien (2003, p.8) afirmam: “A modelagem é tão antiga como a própria matemática, surgindo de aplicações da rotina diárias dos povos antigos”.

Nesse sentido Martins (2007, p.04), afirma:

> É impossível localizar no tempo quando foi proposto o primeiro modelo matemático. Podemos inferir, no entanto, que a modelagem matemática se manifesta desde os tempos mais remotos em situações isoladas e pouco sistematizadas que, aos poucos, foram construindo o corpo de conhecimento que hoje denominamos matemática.

Silveira, et al (2013) relata que mesmo a ideia de modelagem matemática acompanhando o processo da própria História da Matemática, o conceito moderno surge durante o renascimento, com uma experiência científica de Galileu de combinação e experimentação e teorização matemática.

Já Lima filho (2008, p.15) apud Silveira et al (2013, p 05) afirma que a ideia de modelo matemático, foi muito utilizado por vários profissionais como, por exemplo, os engenheiros, físicos, estatísticos e economista por volta de 1940. Rehfeldt (2009) considera o movimento do grupo internacional de modelagem em aplicações associados ao ICMI- *The Internacional Commission On Mathematcal Instruction* em 1983 como um marco do surgimento de modelagem matemática no Brasil.

De acordo com Silveira et al (2013, p.05-06) os primeiros trabalhos desenvolvidos sobre modelagem foram de Aristides Camargo Barreto, Ubiratan D’Ambrósio e Rodney Bassanezi. O professor Rodney Bassanezi ganhou destaque em adotar essa tendência como experiência em prática em sala de aula nos cursos de graduação e pós- graduação.

O primeiro a estudar a modelagem como estratégia de ensino no Brasil foi professor Aristides Camargo Barreto, da PUC do Rio de Janeiro em 1970. Objetivando uma intervenção inovadora para o ensino da matemática como alternativa de trabalho em sala de aula e, com o aperfeiçoamento dessa ideia, a modelagem matemática veio ganhando espaço em projetos desde as décadas de 80 e 90 como linhas de pesquisa de vários autores, entre eles destacando Bassanezi, (1990, 1994); Blum & Niss, (1991); Biembengut e Hein (1990, 1999); Borba & Bovo (2002), Meneghetti & Hermini, (1997, 1999).

No intuito de tentar definir o que vem a ser Modelagem Matemática Biembengut e Hein (2005, p.13), defendem que "A Modelagem Matemática é uma arte de formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para a solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações".

Com base em estudos sobre modelagem matemática Martins (2007, p.12) entende que "A modelagem matemática é, acima de tudo, uma perspectiva, algo a ser explorado, o imaginável, no sentido de relacionar o aspecto científico da matemática e a realidade."

Ao elaborar um modelo matemático é preciso identificar qual o melhor conceito matemático que se adapta a situação problema, e ter noção de como trabalhar com as variáveis envolvidas. Nesse sentido Klüber (2007, p.04) afirma

> Os professores interessados em trabalhar com essa tendência devem: buscar conhecer as diferentes concepções para aplicá-las de acordo com os seus objetivos enquanto educadores, pois, conforme as concepções existem diferentes implicações para a construção do conhecimento e para o currículo escolar[...].

Em qualquer processo de modelagem existem alguns procedimentos (etapas e sub-etapas) que se fazem necessárias para a formulação do modelo matemático: interação – situação e familiarização, matematização – formulação e resolução, modelo matemático – interpretação e validação.

Biembengut & Schimitt (2007) defendem a importância da modelagem no ensino em quatro passos: processo cognitivo, aplicabilidade e utilidades matemáticas, metodologia da pesquisa e aprendizagem. Bassanezi (2004 p.36-37) destaca oito tipos de argumentos para inclusão dessa tendência de modelagem no ensino de matemática: formativo, competência crítica, utilidade, intrínseco, aprendizagem e alternativas epistemológicas.

Barbosa (2001) entende que a modelagem matemática pode ser vista em termos de exclusividades, ou seja, deve levar em consideração sempre a realidade do aluno. Com isso, os alunos tem a oportunidade de pesquisarem soluções de situações problemas vindos de suas próprias realidades, buscando por procedimentos e possiblidades conforme decorrem os encaminhamentos dos temas por eles pesquisados. A inserção de ideias e conceitos depende bastante desempenho de cada um durante o processo de elaboração de um modelo.

Segundo este mesmo autor (Barbosa, 2001, p.07) exemplos possíveis para o educador trabalhar com modelagem matemática que privilegiam situações com circunstância que as sustente: "O crescimento de uma planta, o fluxo escolar na escola, a construção de uma quadra de esporte, o custo com propaganda de uma empresa, a criação comercial de perus, o sistema de distribuição de água num prédio", etc., são exemplos possíveis.

Destacamos ainda que, segundo Bassanezi (2004), os passos que resultam no processo de elaboração de um modelo são os seguintes:

1) **Escolha do tema**: é o primeiro passo da modelagem, a qual é feito um levantamento dos possíveis caminhos de estudos, as quais devem ser um assunto que abrange pesquisas de fenômenos da realidade propiciando questionamentos em várias direções.

2) **Coletas de dados**: tendo em vista a escolha de um determinado tema, o próximo passo e pesquisar informações relacionadas ao tema escolhido. A coleta de dados pode ser quantitativa ou numérica, podendo então ser efetuadas das seguintes formas: com entrevista e pesquisa executadas métodos de amostragem aleatória, pesquisas bibliográficas e experiência pelos próprios alunos.

3) **Formulação de modelos**: é importante ressaltar que quanto mais dados obtidos sobre o objeto de pesquisa, maiores são as chances de formulação de um modelo matemático. Podemos destacar dois tipos de formulação de problemas: estática que se encaixa, mas ligados à área de geometria, onde a variável tempo não tem interesse, e experiências vividas.

Podemos então dizer que a modelagem é um processo de criação de modelos com o objetivo de compreender a realidade e, independente do tema a ser trabalhado, a modelagem deve atender eficiências para fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender o fenômeno estudado.

3. Método dos Mínimos Quadrados (MMQ)

Neste momento do trabalho vamos abordar alguns conceitos totalmente pertinentes para o processo de validação da modelagem proposta neste trabalho.

O método dos mínimos quadrados (MMQ) é uma técnica matemática que nos permite encontrar uma curva, chamada *curva de regressão* (linear ou não linear), que melhor se ajusta a um conjunto de dados.

Naghettini (2007, p.363) enfatiza que “O objetivo do método dos mínimos quadrados é encontrar a função de regressão que minimize a soma das distâncias entre a função ajustada e os pontos observados”, ou seja, a curva ajustada deve minimizar o erro entre o os dados observados e valor estimado (esta diferença recebe o nome de resíduos).

Dizemos que duas variáveis estão *correlacionadas* quando uma das variáveis está relacionada com a outra, ou seja, caso haja variação no valor de uma, consequentemente haverá variação no valor da outra.

De acordo com Naghettini (2007, p.356) a correlação entre duas variáveis é

> [...] realizada numericamente por meio dos coeficientes de correlação que representam o grau de associação entre duas variáveis continuas. As medidas genéricas de correlação, frequentemente são designadas por ρ, são adimensionais e variam entre -1 e +1. No caso de ρ =0, não existe correlação entre as duas variáveis. Quando ρ> 0, a correlação é positiva e uma variável aumenta quando a outra cresce. A correlação é negativa, ρ< 0, quando as variáveis variam em direções opostas.

Ou seja, quanto mais próximo de +1 estiver à medida de correlação ρ, significa pouca dispersão dos dados e uma correlação positiva. Quanto mais próximo de -1 estiver ρ, temos pouca dispersão dos dados e uma correlação negativa. Em ambos os casos, temos um bom ajuste. Caso a medida de correlação seja nula, temos muita dispersão dos dados e, consequentemente, insuficiência de relacionamento.

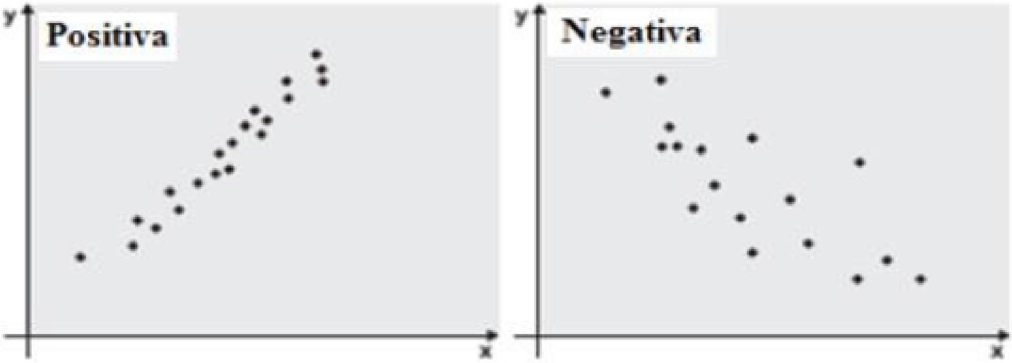
Quanto à *análise de regressão*, ela nos permite criar um modelo matemático a partir da relação entre as variáveis, ou seja, obter uma função (curva) que melhor se ajuste ao fenômeno observado.

De acordo com Barreto (2003) "A análise de regressão compreende quatro tipos básicos de modelos: linear simples, linear multivariado, não linear simples e não linear multivariado". No presente trabalho apresentamos algumas considerações acerca da regressão linear simples (RLS) descrita por uma função linear, e regressão não linear descrita por uma polinomial.

A partir do gráfico de dispersão ("nuvem" de pontos que apresenta o padrão comportamento entre as variáveis), se observados que os pontos do gráfico se aproximam de uma reta, então temos uma correlação linear que, segundo Naghettini (2007, p.357) pode ser positiva (para valores crescentes de X, há uma tendência a valores também crescentes de Y) ou negativa (para valores crescentes de X, a tendência é observarem-se valores decrescentes de Y).

Na figura 1 note que o comportamento dos dados (pontos de dispersão) é semelhante ao de uma reta, ou seja, quando o coeficiente angular da reta varia entre valores negativos ou positivos a reta apresenta um comportamento de decrescimento ou crescimento, respectivamente.

Figura1: Gráfico de dispersão com indicativos de correlação positiva e negativa



Fonte: Naghettini (2007, p.357)

Neste sentido, o coeficiente de correlação linear de Pearson, $-1 \leq r \leq 1$, mede o grau de correlação entre duas variáveis X e Y, conforme

$$r = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{n-1}}{\left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}\right)\left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}{n-1}}\right)} \quad (1)$$

onde $-1 \leq r \leq 1$, $\bar{x}$ e $\bar{y}$ são as médias aritméticas de cada uma das variáveis, n é o tamanho da amostra, x_i e y_i são as observações simultâneas das variáveis e os termos do denominador representam os desvios-padrão das amostras.

Assumindo, então, ser uma reta a curva de regressão, a equação é dada por

$$Y = \alpha + \beta X + e \quad (2)$$

em que Y é a variável dependente, X é a variável independente, α e β são os coeficientes do modelo e e o erro (resíduo).

A partir dos dados observados, as estimativas dos parâmetros α e β, representadas por "a" e "b" serão obtidas a partir de uma amostra de n pares de valores (x_i, y_i), que correspondem a n pontos no diagrama de dispersão, obtendo uma reta estimativa na forma

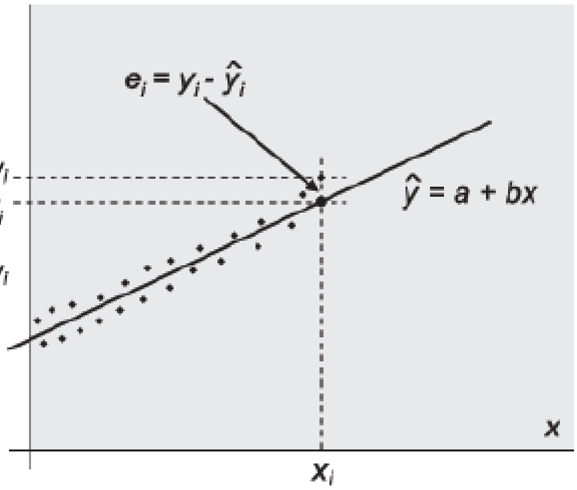
$$\hat{y}i = a + bx_i \quad (3)$$

A cada par de valores (x_i, y_i), o desvio (distância) e_i, entre o valor observado e o valor estimado pela reta de regressão, é dado por

$$e_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - a - bx_i \quad (4)$$

em que y_i é o valor observado da variável dependente e $\hat{y}_i$ é o valor estimado da variável dependente, conforme figura 2.

Figura2: Reta de regressão ajustada através dos pontos



Fonte: Naghettini (2007, p.364)

O objetivo é ajustar uma reta com a menor distância possível em relação aos dados observados e, para isso, precisamos "minimizar a soma dos quadrados dos resíduos", ou seja, a reta a ser adotada deverá ser aquela que torna mínima a soma dos quadrados dos erros. Adotando esse procedimento determinamos "a" e "b" de forma que minimize a diferença entre o valor y observado e o previsto.

Precisamos, então, averiguar se os dados observados satisfazem o modelo dado pela equação (3), bem como verificar a parcela de variabilidade amostral que foi ilustrada pela reta de regressão. Para tanto, r^2 é o coeficiente de determinação ($0 \leq r^2 \leq 1$) que indica a proporção de variação de Y que é explicada pela regressão

$$r^2 = \frac{Variância\ explicada}{Variância\ total} = \frac{SQReg}{SQT} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \quad (5)$$

em que y_i é o valor observado da variável independente, $\hat{y}_i$ é o valor estimada da variável independente e $\bar{y}$ é a média da variável independente. O coeficiente de determinação r^2 está relacionado ao coeficiente de correlação r, onde $r = \pm\sqrt{r^2}$, de forma que o sinal de r é o mesmo do de b.

Quando o diagrama de dispersão não apresenta uma característica linear, podemos utilizar um modelo polinomial

$$y = f(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \cdots + \beta_m x_m + e \quad (6)$$

onde y é a variável dependente, x é a variável independente (explicativas), β_1, ... , β_m são os coeficientes de correlação. Assim como na regressão linear simples, os coeficientes β_j são estimados pela minimização do somatório dos erros quadráticos.

4. Apresentação e análise dos dados

Na intenção de elaborar uma atividade de ensino, cuja proposta metodológica foi à modelagem matemática, optamos por apresentar o comportamento de crescimento (altura e diâmetro) da alface através do ajuste de curvas polinomiais que melhor representasse o conjunto de dados coletados.

4.1 Construção da horta e coleta de dados

Para a construção da horta precisei do auxilio do meu pai o senhor Maurício de Miranda, pelo fato de ele ser um pequeno agricultor e sempre em período de poucas chuvas fazia hortas para o nosso consumo, o que muito contribuiu e possibilitou a realização do experimento.

Inicialmente aprontamos uma caixa com terra apropriada para plantar as sementes. Enquanto ocorria a germinação das sementes preparamos um canteiro para mudar as alfaces, que por orientação do meu pai foi após um período de oito dias.

A alface (*Lactuca sativa – "alface cultivada"*) utilizada foi do tipo lisa. Originária da Europa e Ásia a alface pertence à família *Asteracea*, como a alcachofra, o almeirão e a chicória.

Para o processo de coleta de dados utilizamos um instrumento chamado paquímetro, usado para fazer as medições da altura e o diâmetro de cada pé de alface. Cada pé foi enumerado desde P_{01} até P_{10}, conforme figura 3, para facilitar tanto a identificação quanto observar o crescimento dos pés da alface.

Iniciamos as medições após 10 dias germinação, uma vez que precisávamos de um tamanho mínimo que facilitasse a coleta de dados. Para tanto, passados os 10 dias, adotamos o período de três em três dias para a realização das coletas, para não termos medições com pouca variabilidade, sendo que a coleta teve início em 19/09/2015 e término em 28/10/2015, resultando um total de quatorze coletas.

Foi utilizada a câmera do celular para registrar os momentos das medições e uma tabela no Excel para tabular as seguintes informações: o dia de medição, a ordem de medição, altura e diâmetro em milímetros, que após foi convertido em centímetros. A partir dessa planilha foram montados os gráficos de dispersão e série de todos os pés de alface, no entanto para este trabalho apresentamos e discutimos os pés P_{05} e P_{08}, pois os mesmos são considerados satisfatórios quanto ao ajuste da curva aproximada aos dados coletados.

Na figura 3 podemos ver a esquerda à imagem do primeiro dia de medição e a direita o último dia de medição das alfaces.

Figura 3: Primeiro e último dia de medições

Fonte: Própria autora.

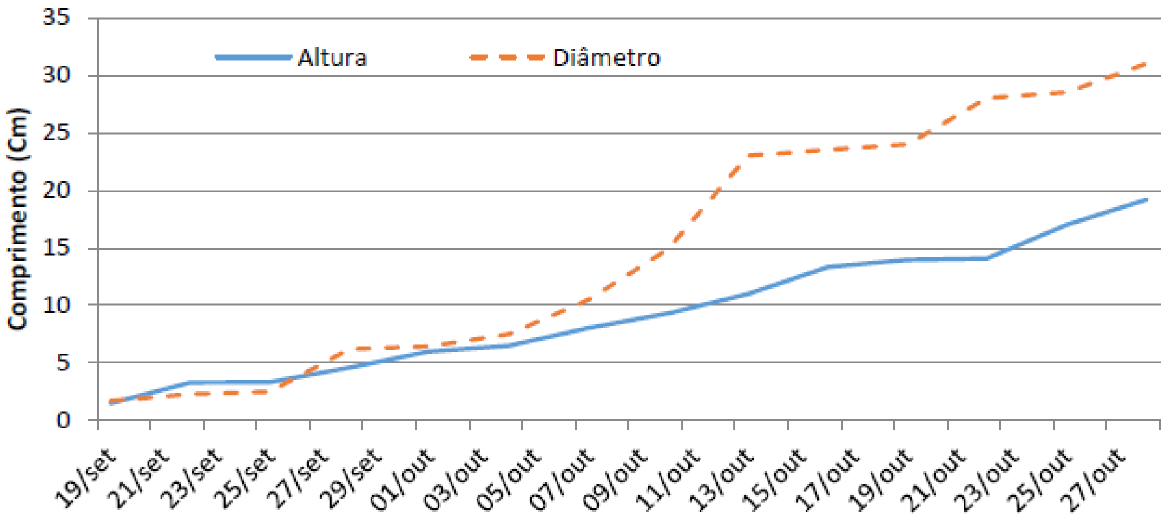
Ao analisar as duas imagens percebemos que a plantação não teve bom resultado em relação ao crescimento das alfaces, pois dos dez pés da amostra apenas o pé P_{05} teve um crescimento ideal. Os demais pés se desenvolveram de forma mais lenta, no entanto apresentaram um bom ajuste em relação ao modelo polinomial. É importante observar que o intuito é modelar o crescimento da alface, não importando o aspecto da hortaliça.

4.2 Discussão dos resultados

Aqui apresentamos apenas dois desses resultados para discussão. A opção em usar dois pés no desenvolvimento desse trabalho se fez levando em consideração a abordagem da modelagem como estratégia de ensino, tendo em vista que o comportamento dos demais pés seguiu o comportamento de um dos pés escolhidos para o desenvolvimento.

Nossos primeiros resultados mostram o comportamento de crescimento da altura e do diâmetro do pé P_{05}, conforme figura 4. Percebemos que o diâmetro teve um crescimento maior em relação à altura na primeira medida, o que não ocorreu entre a segunda e quinta medição, onde aproximadamente no dia 27 de setembro o diâmetro se mostrou sempre superior a altura.

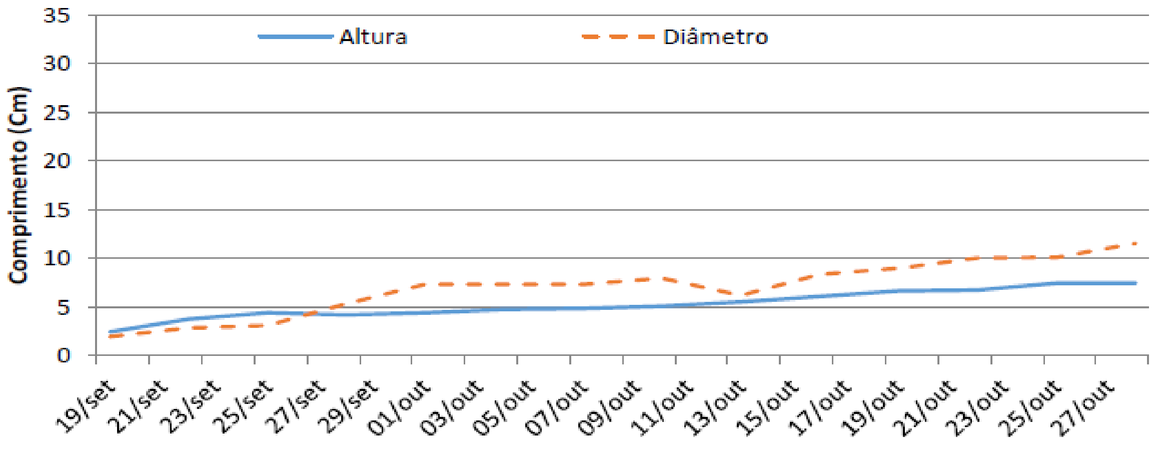
Figura 4 - Gráfico de série de medida de altura e diâmetro do pé P_{05}.



Fonte: Própria autora

Na figura 5 apresentamos o gráfico que mostra o crescimento do diâmetro e da altura do pé P_{08}. Entendemos que a altura superou o diâmetro até aproximadamente o dia 27 de setembro, após este período o diâmetro sempre se comportou maior que a altura. Podemos notar que o comportamento dos dois pés que estão em nossa discussão é parecido, apesar de visivelmente o pé P_{05} apresentar um maior crescimento tanto na altura quanto no diâmetro em relação ao pé P_{08}.

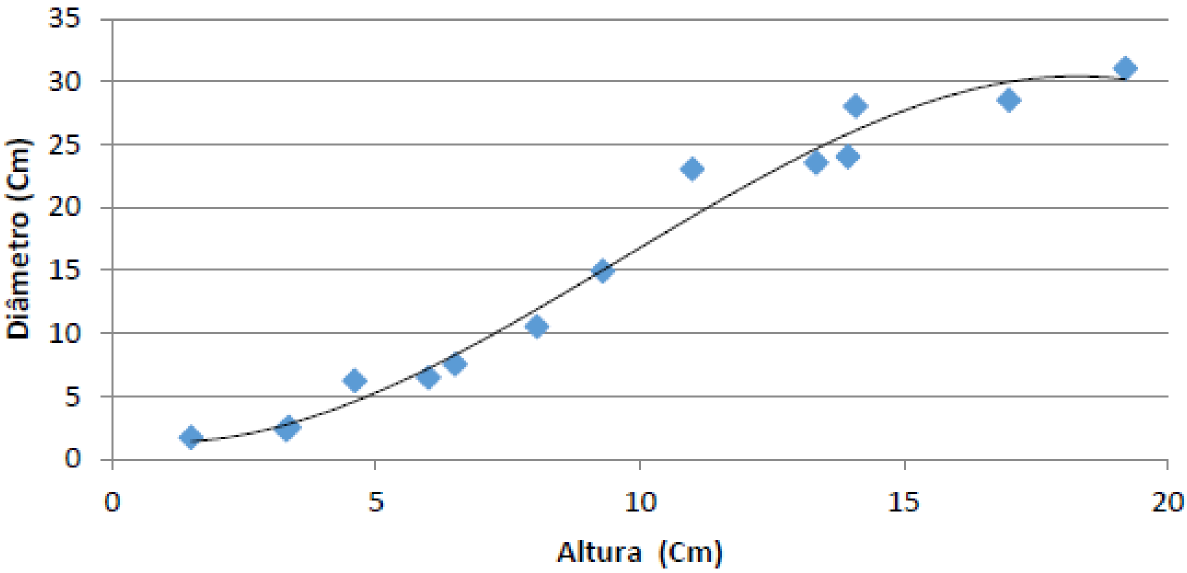
Figura 5 - Gráfico de série de medida de altura e diâmetro do pé P_{08}.



Fonte: Própria autora

Na figura 6 apresentamos o gráfico que mostra o ajuste do modelo para o pé P_{05}. Podemos observar que o pé P_{05} foi um pé que se destacou pelo crescimento tanto da altura quanto do diâmetro, e essa informação é visível quando analisamos o gráfico. O modelo ajustado que descreve a altura em função do diâmetro foi um modelo polinomial descrito por $y = -0{,}0113x^3 + 0{,}326x^2 - 0{,}618x + 1{,}6321$ e analisando o ajuste, obtemos um coeficiente de determinação $r^2 = 0{,}9798$, e isso indica um ótimo ajuste. Em termos gerais dizemos que em aproximadamente 98% dos casos o modelo consegue descrever o diâmetro através da altura.

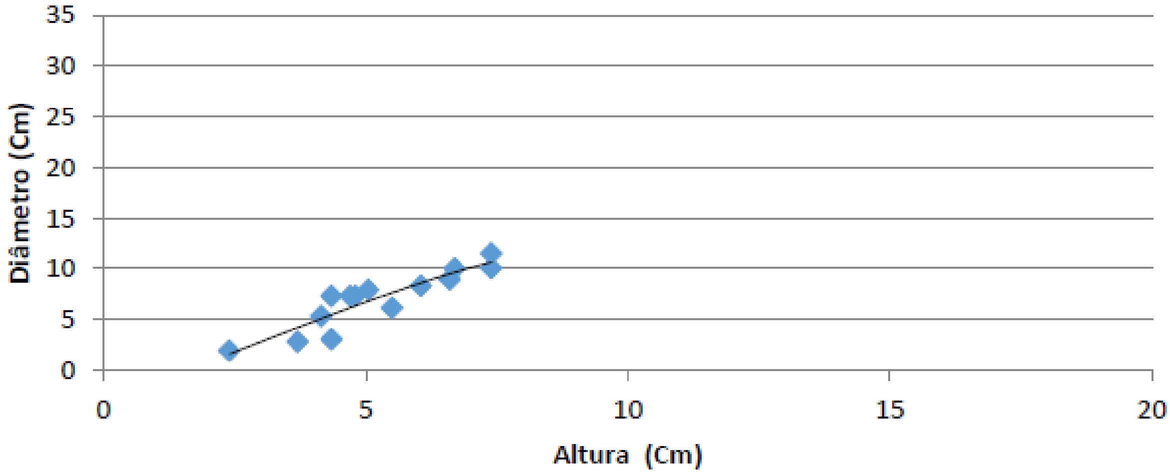
Figura 6- Ajuste do modelo matemático para o pé de alface P_{05}



Fonte: Própria autora

Na figura 7 apresentamos o gráfico que mostra o ajuste do modelo para o pé P_{08}. Verificamos que o crescimento do mesmo não foi satisfatório quando comparado ao pé P_{05}. No entanto, tal comportamento apesar de ser inferior, teve um comportamento semelhante. O modelo ajustado para o pé P_{08} foi o modelo polinomial descrito por $y = -0{,}0117x^3 + 0{,}1079x^2 + 1{,}6677x - 2{,}8621$. Analisando o modelo vemos que o coeficiente de determinação $r^2 = 0{,}8286$ mostra que tivemos um bom ajuste. Em termos gerais dizemos que aproximadamente em 83% dos casos o modelo consegue determinar o diâmetro através da altura do pé.

Figura 7 – Ajuste do modelo matemático para o pé de alface P08

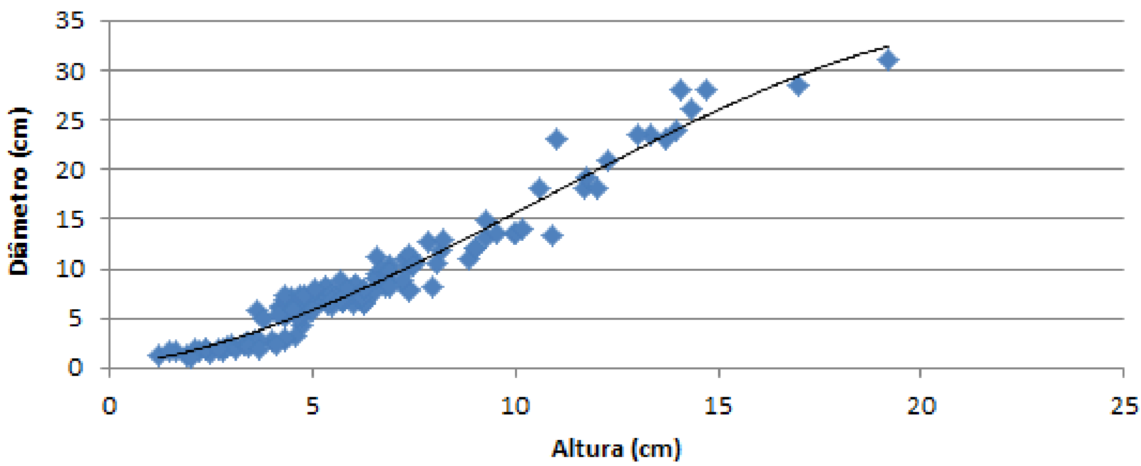


Fonte: Própria autora

Para os demais pés analisados, percebemos que o crescimento foi bem parecido aos dois casos apresentados e que os modelos de regressão polinomial nos fornece um bom ajuste.

Na figura 8 apresentamos o ajuste do modelo para todos os pés. O intuito desde gráfico é mostrar o comportamento de forma geral, ou seja, independente de um pé de alface ter crescido ou não mais que outro nos interessou verificar como foi o comportamento geral do crescimento.

Figura 8: Generalização do modelo para todos os pés



Fonte: Própria autora

Observamos no gráfico da figura 8 que o crescimento dos pés foi bem próximo. O modelo que representa o melhor ajuste para o comportamento de crescimento de todos esses pés, que descreve a altura em função do diâmetro, foi o modelo polinomial descrito por $y = -0{,}004x^3 + 0{,}159x^2 + 0{,}442x + 0{,}217$, onde o coeficiente de determinação é $r^2 = 0{,}952$ o que mostra que temos um bom ajuste, ou seja, podemos dizer que aproximadamente

95% dos casos o modelo consegue determinar o diâmetro através da altura do pé, ou seja, os modelos de regressão polinomial nos fornece um bom ajuste.

Acreditamos que para realizar esta atividade em sala de aula não é necessário que o professor exponha os conceitos abordados no MMQ, pois os alunos podem não ter os conhecimentos básicos necessários ao seu entendimento, mas pode justificar o uso de tais conceitos para dar embasamento aos resultados encontrados.

5. Considerações Finais

Com a realização deste trabalho, percebemos a relevância da tendência de Modelagem Matemática como proposta de ensino envolvendo interação entre conceitos matemáticos a partir de conceitos não matemáticos, uma vez que ela propõe uma perspectiva para os professores de matemática explorar o conhecimento matemático em situações diversas.

Na matemática é muito vasta a maneira de se aplicar conceitos matemáticos, possuindo inúmeras aplicações que fazem parte do cotidiano dos alunos. Tendo em vista que algumas escolas possuem o projeto horta na escola, o professor de matemática tem a oportunidade de explorar isso como recurso nas aulas de matemáticas, uma vez que a coleta de dados para a construção do modelo se dá no próprio ambiente escolar.

Considerando a proposta adotada, acreditamos que verificar o crescimento da alface por meio de modelagem através do ajuste de curvas, facilita o processo de compreensão acerca de alguns conceitos matemáticos, mais especificamente, o tratamento da informação, estudo de polinômios, funções, interdisciplinaridade, entre outros conceitos que podem ser abordados.

Nesta perspectiva, ao adotar essa linha de pesquisa como proposta metodológica para as aulas de matemática o professor faz com que os alunos despertem o interesse através da interação dos conceitos matemáticos com situações problemas vindos da realidade. Entretanto, percebemos, por meio deste estudo, que é primordial que os professores que enfrentam esse desafio estejam abertos as novas ideias para estar mediando aos seus alunos no decorrer das atividades.

Esperamos que essa proposta sirva de inspiração de práticas pedagógicas para despertar o interesse nos alunos nas aulas de matemática, enfatizando a importância da matemática através de situações vivenciadas. Finalizamos esse trabalho acreditando que para melhorar o ensino de matemática, apesar dos diversos problemas atualmente enfrentados nas escolas, os professores precisam acreditar que é possível fazer algo a mais para uma melhor educação.

6. Referências

BARBOSA, C. J. **Modelagem na educação matemática: contribuição para o debate teórico**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001, Caxambu. *Anais.* Rio Janeiro: ANPED, 2001.1 CD-ROM.

BARRETO, G. A.; **Notas de aula: regressão linear, não linear, simples e múltipla**. Universidade Federal do Ceará – UFC, 2003.

BASSANEZI, R. **Ensino e aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3ed- São Paulo: Editora Contexto, 2004.

BIEMBENGUT, M. S; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo. Editora Contexto. 2005.

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo-SP: Editora Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, M.S. & SCHMITT, A.L.F. **Mapeamento das pesquisas sobre modelagem matemática no cenário mundial: análise dos trabalhos no 14º grupo de estudo do Comitê Internacional de Educação Matemática** – Study Group, 14 – ICMI. Dynamis revista tecno-científica, 2007, vol.13, n.1, 11- 20.

KLÜBER, E.T. **Aspectos Filosóficos e Epistemológicos que aproximam ou distanciam a Modelagem Matemática da Etnomatemática no contexto da Educação Matemática**. 2007.396 f. Dissertação (Mestrado em educação matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado Acadêmico Universidade Estadual do Centro Oeste- Unicentro Universidade Federal De Santa Catarina – UFSC, 2007.

MARTINS, R.A. **O uso da modelagem matemática em sala de aula na universidade**. 2007.

NAGHETTINII, M.; PINTO, E. J. A.; **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

SILVEIRA A., FERREIRA G. P., SILVA L. A. **A evolução da modelagem matemática ao longo da história o surgimento da modelagem no Brasil e suas contribuições enquanto estratégicas de ensino de matemática**. VII CIBEM, Montevideo, Uruguay 16 a 20 de setembro, 2013.

SILVEIRA, E. **Modelagem matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses dissertações**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SWETS, F. (1992). **Quando e como podemos usar Modelação?** Lisboa: Educação e Matemática, n. 23, 3º trimestre.