



O USO DA INTEGRAL DEFINIDA NO CÁLCULO DA ÁREA ALAGADA DA BARRAGEM DO RIO BONITO

Cristina Martins Paraol – cristina@hotmail.com
Instituto Federal Catarinense
Rua Prefeito Francisco Lummertz Júnior, 818
88960000 – Sombrio – Santa Catarina

Andresa Pescador – andresa.pescador@gmail.com
Instituto Federal Catarinense
Rua Prefeito Francisco Lummertz Júnior, 818
88960000 – Sombrio – Santa Catarina

Resumo: Este artigo apresenta uma aplicação de integral definida cujo objetivo é calcular a área alagada da barragem do rio Bonito. Os registros históricos mostram a importância desta barragem para a região, a mesma é responsável por conter as cheias no “Banhado do Sombrio”, e pela irrigação das lavouras de arroz. O formato da barragem está longe de ser uma região regular, cujo cálculo da área seria facilmente encontrado. Para tanto, fez-se o estudo detalhado sobre aproximação para integrais definidas e ajustes de curvas. Estes temas foram usados na aproximação da área alagada da barragem do rio Bonito. Para facilitar os cálculos, fez-se o uso dos softwares geogebra e graph.

Palavras-chave: Integral definida; Ajuste de curvas; geogebra e graph.

1. INTRODUÇÃO

Aplicações dos conteúdos de cálculo diferencial e integral são elementos de motivação para os cursos de matemática, física, engenharias e áreas afins. Segundo Kaiber e Renz (2008), no Brasil o ensino do cálculo diferencial e integral, historicamente, caracteriza-se pela prevalência de processos algébricos, seguidos de exercícios repetitivos e com pouca, ou quase nenhuma interdisciplinaridade. No entanto, diversos estudos têm sido feitos, a fim de testar e qualificar metodologias para o ensino do cálculo.

Com o intuito de apresentar uma aplicação de integrais este trabalho foi desenvolvido. O artigo apresenta o cálculo da área alagada de uma represa, localizada na comunidade de Tenente, no município de Jacinto Machado - SC. A construção das barragens do rio Leão e do rio Bonito, fazem parte do “Projeto de Desenvolvimento Agrícola do Banhado de Sombrio”.

A represa do rio Bonito, que é objeto de estudo deste artigo, foi concluída no ano de 1994, e neste mesmo ano foi fundada a COOIJAM (Cooperativa de Irrigação de Jacinto Machado). A cooperativa é responsável pela administração e fiscalização das águas da barragem, e entre os seus principais objetivos estão: conter as cheias e irrigar as lavouras de arroz.



De acordo com Stewart (2011), uma das aplicações da integral definida é o cálculo de área, onde a área é dividida em retângulos e a área exata é o limite das somas desses retângulos. Para calcular a área alagada pela barragem do rio Bonito utilizou-se os conceitos de integral definida e ajuste de curvas.

Para facilitar o desenvolvimento dos cálculos, foram utilizados os *softwares* *geogebra 4.2* e *graph*. Segundo Kaiber e Renz (2008), a utilização de tecnologias no ensino da matemática faz-se necessária para que a educação cumpra seu papel de preparar o indivíduo para a vida social e para o mundo do trabalho. Utilizar *softwares* matemáticos, motiva os alunos, possibilitando-lhes, desenvolver a capacidade de interpretar, analisar e estabelecer conjecturas, favorecendo a construção sólida dos conhecimentos.

2. HISTÓRICO DA BARRAGEM DO RIO BONITO

Na década de 70 a SUDESUL (Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul) iniciou o desenvolvimento de um grande projeto, cujo interesse foi motivado pela presença do carvão coqueificável na região carbonífera. Ligada ao Ministério do Interior, a SUDESUL buscava a criação de um polo econômico desenvolvendo aquele que chamou de Projeto Litoral Sul de Santa Catarina (PLSSC).

O Projeto Litoral Sul de Santa Catarina, fez nascer o “projeto de desenvolvimento agrícola do banhado de Sombrio”, que tinha por objetivo principal o desenvolvimento hortigranjeiro daquela região. O projeto foi estruturado inicialmente com a construção de três grandes obras: a Escola Agrotécnica Federal de Sombrio (EAFS) e as barragens do Rio Bonito e do Rio Leão.

A posição escolhida para a construção do barramento foi determinada pelo “estudo de viabilidade técnico-econômica do projeto de desenvolvimento agrícola do banhado de Sombrio”. Assim duas barragens distintas foram construídas na localidade de Tenente no município de Jacinto Machado, sul de Santa Catarina.

Os rios Leão e Bonito fazem parte da bacia do rio Mampituba, o qual é o limite entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O rio Mampituba é o escoadouro natural das enchentes de seu vale, cujas chuvas nas encostas dos Aparados da Serra, descem pelos seus afluentes causando inundações e limitando o uso de solos férteis no alto, médio e baixo vale. O problema ocorre anualmente, então para solucionar tal problema a solução encontrada foi a construção de barramento em pontos estratégicos do vale.

A barragem do rio Bonito, o qual é objeto de estudo deste artigo localiza-se no último estrangulamento deste rio, antes do mesmo ingressar na planície costeira, logo a montante na localidade de Tenente. Segundo informações do presidente da COOIJAM, a barragem tem aproximadamente 85 hectares de área alagada e foi concluída quatro anos antes da barragem do rio Leão. Os objetivos principais das barragens são: Acumular um volume suficiente de água, a fim de garantir uma vazão regularizada que permite irrigar as lavouras a jusante (lado para onde se dirige a corrente de água), pertencentes ao projeto de desenvolvimento agrícola do banhado de Sombrio; Laminar os hidrogramas de cheias afluentes ao reservatório, de forma que a vazão efluente possa ser conduzida pelos canais de macro drenagem ora em construção sem causar inundações.

Figura 1- Imagens da Barragem do rio Bonito



Fonte: Autores, 2014

Porém com todas as limitações físicas, burocráticas e humanas, o projeto se desenvolvia lentamente. No ano de 1990, cerca de 20 anos após o início do projeto, a nova gestão presidencial anunciou a extinção da SUDESUL, causando o abandono total das obras.

Após três anos de abandono, por intervenção da Unisul (Universidade do Sul de Santa Catarina) e da própria EAFS (Escola Agrotécnica Federal de Sombrio), o projeto foi retomado por parte dos governos estadual e federal. Em 1994 a barragem do rio Bonito estava concluída e alagada, neste mesmo ano no mês de outubro foi fundada a COOIJAM. Atualmente a cooperativa conta com 158 sócios, e dentre as suas múltiplas finalidades é responsável pela irrigação de 2910 hectares de arroz.

3. FUNDAMENTAÇÃO MATEMÁTICA

Com uma breve revisão histórica do cálculo diferencial e integral, observa-se que seu desenvolvimento foi motivado a partir da necessidade de resolver dois problemas:

- (i) O problema básico do cálculo diferencial é o *problema das tangentes*; ou seja, calcular o coeficiente angular da reta tangente ao gráfico de uma função num ponto dado P.
- (ii) O problema básico do cálculo integral é o *problema das áreas*; ou seja, calcular a área sob o gráfico, entre os pontos $x=a$ e $x=b$.

Este trabalho está inserido no tema do problema (ii). Para tanto, ao realizá-lo fez-se um estudo detalhado dos conteúdos de integral definida e de ajuste de curvas, sendo que os cálculos para a aproximação da área em questão foram desenvolvidos com o auxílio dos *softwares geogebra e graph*. O uso desta tecnologia facilitou consideravelmente o trabalho devido à quantidade de aproximações e divisões que foram feitas para o cálculo da área citada.

3.1. A integral de Riemann

A definição da integral utilizada atualmente deve-se ao matemático francês Augustin-Louis Cauchy (1789-1857). Cauchy definiu que uma função f é o limite de uma soma infinita. Após esta definição ele demonstrou algumas propriedades, e concluiu que todas as funções contínuas em um intervalo $[a,b]$ são integráveis. O símbolo da integral, \int , é proveniente do (s) de soma “esticado”, notação atribuída ao matemático Wilhelm Leibniz.

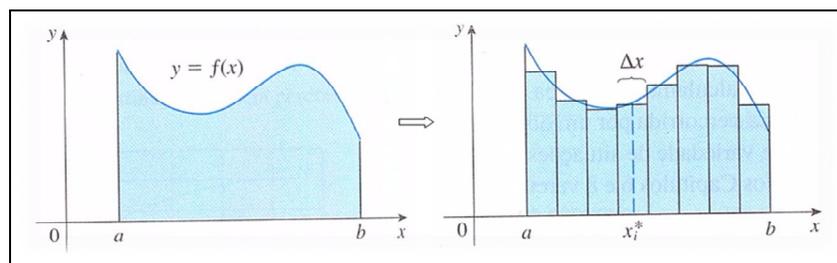
Segundo Stewart (2011), a integral de Riemann é uma homenagem ao matemático Bernhard Riemann (1826-1866): “A integral definida de uma função integrável pode ser aproximada com qualquer grau de precisão desejado por uma soma de Riemann.”

Ainda, segundo o autor, a integral definida por Riemann, consiste em dividir um intervalo $[a, b]$ em n subintervalos de comprimentos iguais $\Delta x = (b - a) / n$, ou seja, dividir o intervalo em n retângulos. Para tal procedimento a função deve ser contínua e definida em $a \leq x \leq b$. Segue sua definição formal na equação (1).

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i^*) \Delta x \quad (1)$$

onde $x_0 (= a), x_1, x_2, \dots, x_n (= b)$ são extremidades desses subintervalos, e $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ são pontos amostrais nestes subintervalos, de forma que x_i^* esteja no i -ésimo subintervalo.

Figura 2 - Integral de Bernhard Riemann



Fonte: Stewart, 2011, p. 346.

Nas aulas de geometria, aprende-se que área é um número que representa o tamanho de uma região limitada, e para regiões simples, como retângulos, triângulos, círculos, a área pode ser determinada por meio de fórmulas geométricas. Mas, no caso da área de regiões que não formam um padrão, ou seja, como no caso da figura (2) se utiliza a integral definida para calcular a área de cada subintervalo, ou seja, a área da região sob a curva $f(x)$ no intervalo $[a, b]$ é aproximadamente a soma das áreas dos retângulos.

3.2. Ajuste de curvas por Quadrados Mínimos

Segundo Bassanezi (2011), o ajuste de curvas ou regressão é um artifício que expressa uma tendência entre a variável dependente *versus* a variável independente.

O método dos Quadrados Mínimos é uma das técnicas de aproximação mais usadas em problemas práticos. Isto se deve tanto à sua simplicidade quanto ao fato de que, em geral, buscam-se aproximações para dados que são medidas obtidas experimentalmente com certo grau de incerteza. Nesta seção, apresenta-se o Método dos Quadrados Mínimos através do critério de minimizar os resíduos, para cada ponto.

Sendo que, mostra-se o caso particular do ajuste da função quadrática, na qual será aplicada na aproximação das funções a serem integradas para o cálculo da área. Em outras palavras, buscam-se os valores a, b e c que tornam a função $y_i = f(x_i) = a + bx_i + cx_i^2$ uma boa aproximação para os dados obtidos.

Assim, para encontrar a melhor aproximação para a curva, o critério adotado é minimizar a soma dos quadrados dos resíduos pontuais, isto é, minimizar a equação seguinte:

$$\sum_{i=1}^n d^2(x_i) = \sum_{i=1}^n (y_i - (a + bx_i + cx_i^2))^2 \quad (2)$$

onde y_i , $i=1, \dots, n$ são os dados que serão aproximados. Este critério procura tornar os resíduos pontuais tão pequenos quanto possível. Para fazer a minimização da equação (2), segundo os conceitos do cálculo diferencial e integral, deve-se calcular as derivadas parciais da função objetivo em relação a cada uma das incógnitas, e deve-se igualar cada uma das derivadas parciais a zero:

$$\frac{\partial D}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i - cx_i^2) \cdot (-1) = 0$$

$$\frac{\partial D}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i - cx_i^2) \cdot (-x_i) = 0$$

$$\frac{\partial D}{\partial c} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i - cx_i^2) \cdot (-x_i^2) = 0$$

Assim, reescrevendo as igualdades acima, tem-se, respectivamente:

$$-\sum_{i=1}^n y_i + \sum_{i=1}^n a + \sum_{i=1}^n bx_i + \sum_{i=1}^n cx_i^2 = 0 \Rightarrow a \sum_{i=1}^n 1 + b \sum_{i=1}^n x_i + c \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i \quad (3)$$

$$-\sum_{i=1}^n x_i y_i + \sum_{i=1}^n ax_i + \sum_{i=1}^n bx_i^2 + \sum_{i=1}^n cx_i^3 = 0 \Rightarrow a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (4)$$

$$-\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i + \sum_{i=1}^n ax_i^2 + \sum_{i=1}^n bx_i^3 + \sum_{i=1}^n cx_i^4 = 0 \Rightarrow a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \sum_{i=1}^n x_i^4 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \quad (5)$$

Sendo que o sistema dado pelas equações (3), (4) e (5) pode ser reescrito de forma matricial, pela equação (6), que nos mostra as equações normais para o cálculo do ajuste de curvas quadrático por mínimos quadrados.

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \end{bmatrix} \quad (6)$$

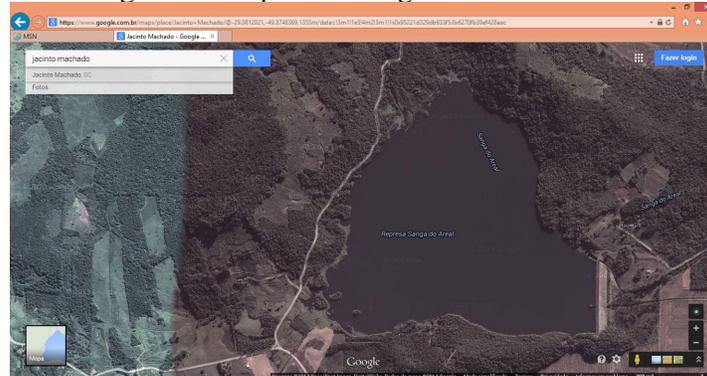
Em resumo, pelo processo de minimização do cálculo diferencial e integral, deve-se calcular as derivadas parciais da função objetivo em função de a , b e c e igualá-las a zero, formando um sistema linear de ordem 3x3 descrito na equação (6), oriundo das equações (3), (4) e (5).

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Para calcular a área alagada da barragem do rio Bonito, fez-se a busca no *Google maps* da região que é objeto de estudo deste artigo. A foto que ilustra a imagem da área que se

deseja calcular segue na figura (3). Na parte inferior do lado direito observa-se a contenção para a barragem. E na parte superior do lado esquerdo tem-se o rio Bonito. Ao seu redor tem-se uma área de proteção ambiental, que segundo dados do presidente da COIJAM somam um total de 156,3 hectares, entre área alagada e mata. Ainda na parte inferior no lado direito, observa-se a escala, a cada 2,1 centímetros equivale a 200 metros.

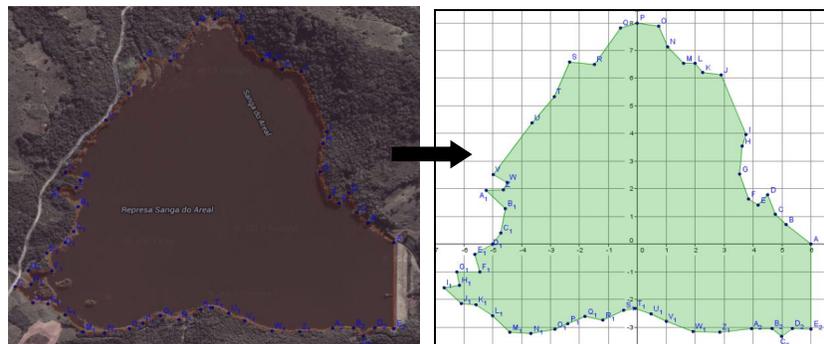
Figura 3 - Mapa da Barragem do Rio Bonito.



Fonte: Google maps, 2014.

No *software geogebra*, fez-se a planificação da área a ser calculada. Ainda, fez-se a coleta dos pontos no plano cartesiano para posterior análise e ajuste utilizando o *software graph*. Sendo que o objetivo foi encontrar as melhores funções que representam os pontos planificados para o cálculo da área em questão.

Figura 04 - Planificação da Barragem do Rio Bonito no *software geogebra*



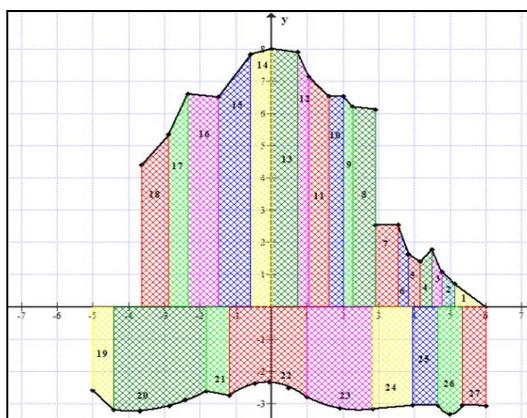
Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Segundo Piva (2010), o *software graph*, determina a curva de contorno, onde geralmente envolve coeficientes não exatos e com isso o cálculo da integral definida torna-se muito trabalhoso se realizado manualmente.

Neste trabalho, com os pontos apresentados no *software geogebra*, determinou-se no *software graph* a linha de tendência que melhor representava o contorno de cada região e consequentemente a função. Então fez-se a divisão da área da represa do Rio Bonito em várias sub regiões que são apresentadas nas figuras (5),(7),(8) e (9).

Com os recursos do *software graph*, foi possível dividir a área representada na figura (5) em 27 sub áreas, e para cada região encontrar a melhor linha de tendência, originando a função que representa a área a ser calculada.

Figura 5 - Áreas calculadas no software *graph*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

A partir das ferramentas de cálculo do *software graph*, foi possível calcular através da integral definida o valor de cada região. A tabela (1) apresenta as funções e os intervalos de cada região bem como a área calculada.

Tabela 1- Funções, integral e a área calculada da figura 5.

Regiões	Funções	Integral	Resultado da integral
1	$y = -0,8x + 4,8837$	$\int_{5,14}^6 (-0,814x + 4,8837)dx$	0,301
2	$y = -1,027x + 5,9789$	$\int_{4,77}^{5,14} (-1,027x + 5,9789)dx$	0,3293
3	$y = -2,5926x + 13,4467$	$\int_{4,5}^{4,77} (-2,5926x + 13,4467)dx$	0,3841
4	$y = 1,1515x - 3,4018$	$\int_{4,17}^{4,5} (1,1515x - 3,4018)dx$	0,5247
5	$y = -0,697x + 4,3064$	$\int_{3,84}^{4,17} (-0,697x + 4,3064)dx$	0,4999
6	$y = -3x + 13,15$	$\int_{3,54}^{3,84} (-3x + 13,15)dx$	0,624



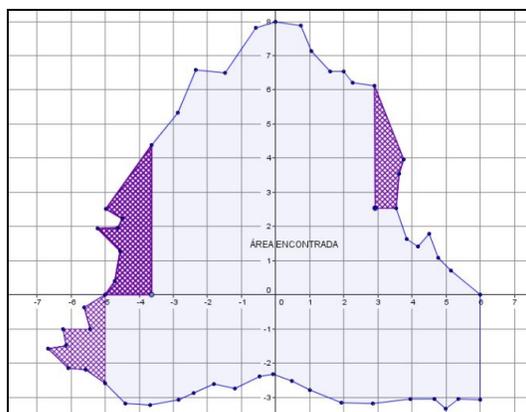
7	$y = 2,53$	$\int_{2,9}^{3,54} (2,53)dx$	1,6192
8	$y = -0,125x + 6,4825$	$\int_{2,26}^{2,9} (-0,125x + 6,4825)dx$	3,9424
9	$y = -1,2692x + 9,0685$	$\int_2^{2,26} (-1,2692x + 9,0685)dx$	1,6549
1 0	$y = 6,53$	$\int_{1,6}^2 (6,53)dx$	2,612
1 1	$y = -1,0893x + 8,2729$	$\int_{1,04}^{1,6} (-1,0893x + 8,2729)dx$	3,8276
1 2	$y = -2,4194x + 9,6561$	$\int_{0,73}^{1,04} (-2,4194x + 9,6561)dx$	2,3296
1 3	$y = -0,1507x + 8$	$\int_0^{0,73} (-0,1507x + 8)dx$	5,7999
1 4	$y = 0,2881x + 8$	$\int_{-0,59}^0 (0,2881x + 8)dx$	4,6699
1 5	$y = 1,4615x + 8,6923$	$\int_{-1,5}^{-0,59} (1,4615x + 8,6923)dx$	6,5201
1 6	$y = -0,1176x + 6,3235$	$\int_{-2,35}^{-1,5} (0,1176x + 6,3235)dx$	5,5675
1 7	$y = 2,3774x + 12,1868$	$\int_{-2,88}^{-2,35} (2,3774x + 12,1868)dx$	3,1641
1 8	$y = 1,2338x + 8,8932$	$\int_{-3,65}^{-2,88} (1,2338x + 8,8932)dx$	3,7461
1 9	$y = -1,0508x - 7,8342$	$\int_{-5}^{-4,41} (-1,0508x - 7,8342)dx$	1,7051
2 0	$y = 0,1346x^2 + 1,0661 - 1,1211$	$\int_{-4,41}^{-1,81} (0,1346x^2 + 1,0661 - 1,1211)dx$	7,9534
2 1	$y = -0,2097x - 2,9995$	$\int_{-1,81}^{-1,19} (-0,2097x - 2,9995)dx$	1,6647
2 2	$y = 0,3652x^2 - 0,1007x - 2,3477$	$\int_{-1,19}^1 (-0,3652x^2 - 0,1007x - 2,3477)dx$	5,4475
2 3	$y = 0,1949x^2 - 0,9497x - 2,0453$	$\int_1^{2,84} (0,1949x^2 - 0,9497x - 2,0453)dx$	5,6948

2 4	$y = 0,1x - 3,454$	$\int_1^{2,84} (0,1x - 3,454)dx$	3,4265
2 5	$y = 0,0282x - 3,171$	$\int_{3,94}^{4,65} (0,0282x - 3,171)dx$	2,1655
2 6	$y = 2,3751x^2 - 23,751x + 56,046$	$\int_{4,65}^{5,35} (2,3751x^2 - 23,751x + 56,046)dx$	2,2638
2 7	$y = 0,0462x - 2,7931$	$\int_{5,35}^6 (0,0462x - 2,7931)dx$	1,9858

Fonte: Elaborado pelos autores, 2014

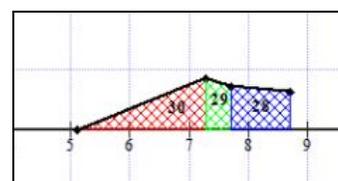
A soma das áreas calculadas na figura (5) retorna o valor de 80,4234 cm². Na figura (6) observa-se a área calculada, que é a área hachurada de lilás, a área desta figura hachurada na cor roxo ainda não foi calculada, pois os autores visualisam uma melhor opção para o seu cálculo, estes cálculos adicionais em três novas regiões.

Figura 6 - Área calculada



Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Figura 7 - Áreas calculadas no software *graph*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Com o auxílio do *software geogebra*, utilizando as ferramentas: rotação em torno de um ponto por um ângulo e translação por um vetor construiu-se os novos polígonos das áreas ainda não calculadas. Segundo Medeiros (2012), o *software geogebra* permite ao usuário fazer sucessivas rotações de uma figura por um ângulo em torno de um ponto central, obtendo figuras congruentes a figura inicial.

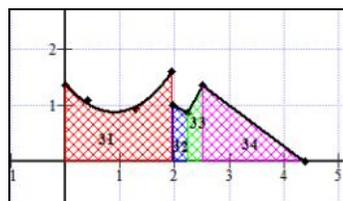
Desta forma, novos pontos são apresentados, pois as áreas formam três figuras distintas, representadas nas figuras: (7), (8) e (9). Por fim, no *graph* foram determinados as funções e o cálculo de suas respectivas áreas.

Tabela 2- Funções, integral e a área calculada da figura 7.

Regiões	Funções	Integral	Resultado da integral
28	$y = 0,3981x - 2,0385$	$\int_{5,12}^{7,28} (0,3095x + 3,1133)dx$	0,9288
29	$y = 0,3095x + 3,1133$	$\int_{7,28}^{7,7} (0,3095x + 3,1133)dx$	0,3339
30	$y = -0,0891x + 1,4161$	$\int_{7,7}^{8,71} (-0,0891x + 1,4161)dx$	0,6919

Fonte: Elaborado pelos autores, 2014

Figura 8 - Áreas calculadas no software *graph*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Figura 9: Áreas calculadas no software *graph*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2014.

Tabela 3- Funções, integral e a área calculada da figura 8.

Regiões	Funções	Integral	Resultado da integral
31	$y = 0,645x^2 - 1,1543x + 1,3977$	$\int_0^{1,94} (0,645x^2 - 1,1543x + 1,3977)dx$	2,1093
32	$y = -0,4815x + 1,9437$	$\int_{1,94}^{2,23} (-0,4815x + 1,9437)dx$	0,2725
33	$y = 1,75x - 3,0325$	$\int_{2,23}^{2,51} (1,75x - 3,0325)dx$	0,3122
34	$y = -0,7273x + 3,1855$	$\int_{2,51}^{4,38} (-0,7273x + 3,1855)dx$	1,2716

Fonte: Elaborado pelos autores, 2014

Tabela 4- Funções, integral e a área calculada da figura 9

Regiões	Funções	Integral	Resultado da integral
35	$y = 1,439x + 4,3171$	$\int_{-3}^{-2,59} (1,439x + 4,3171)dx$	0,1209
36	$y = 0,9836x + 3,6375$	$\int_{-2,59}^{-1,98} (0,9836x + 3,6375)dx$	0,8479
37	$y = -5,889x - 9,97$	$\int_{-1,98}^{-1,89} (-5,889x - 9,97)dx$	0,1283
38	$y = 0,1837x + 1,5071$	$\int_{-1,89}^{-1,4} (0,1837x + 1,5071)dx$	0,5905
39	$y = -1,9533x^2 - 4x - 1,3117$	$\int_{-1,4}^{-0,41} (-1,9533x^2 - 4x - 1,3117)dx$	0,5436

Fonte: Elaborado pelos autores, 2014

A soma das áreas, representadas nas figuras (5), (7), (8) e (9) retornou o valor de 88.5748 cm². Assim, o cálculo da área alagada da barragem do rio Bonito segue:

200 metros 2,10 centímetros

40000m²..... 4,41 cm²

Com base nos dados encontrados e na conversão das unidades tem-se que:

$$A_{total} = \frac{88,5748 * 40000}{4,41} = 803399,5465m^2. \text{ Ou seja, a região calculada em hectares tem}$$

aproximadamente 80,34 hectares de terra alagada pelas águas do rio Bonito.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado o cálculo da área alagada da barragem do rio Bonito, que tem aproximadamente 80,34 hectares. Usando uma aproximação com o auxílio dos conteúdos do cálculo diferencial e integral, fundamentalmente, integrais definidas e ajustes de curvas além das ferramentas computacionais *geogebra e graph*.

Dentre as constatações realizadas tem-se que o presente artigo mostrou uma das muitas aplicações do cálculo diferencial e integral. Calcular a área de uma região que não é nada regular torna-se um pouco trabalhosa visto que, muitas vezes, nas disciplinas de cálculo o estudante recebe a função a ser integrada, isto é, o processo trabalhado em sala de aula é o contrário deste. Em sala de aula o estudante recebe, em geral, a função, faz o gráfico e calcula sua área. Neste trabalho a área é “conhecida” graficamente, mas as funções não. E assim isso fez-se o uso de ajustes de curvas, encontrando assim as funções das curvas a serem integradas.

O resultado encontrado é uma boa aproximação da área da região. A COOIJAM (Cooperativa de Irrigação de Jacinto Machado) não sabe o valor exato da área, eles têm uma noção por alto que se equivale ao resultado deste artigo.

Finalmente, o cálculo das funções que representam cada região selecionada da área total a ser calculada, através de ajustes de curvas, aliada ao cálculo das integrais definidas, para cada caso, juntamente com os recursos tecnológicos tornou o trabalho atraente. Acredita-se que este desenvolvimento é de fácil manipulação visto que seu resultado foi satisfatório, e pode ser aproveitado em sala de aula para apresentar aplicações aos alunos como motivação nas disciplinas de cálculo diferencial e integral e/ou cálculo numérico.

REFERÊNCIAS

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2011.

KAIBER, Carmen Teresa. RENZ Sandra Pacheco. Cálculo diferencial e integral: uma abordagem utilizando o *software maple*. **PARADIGMA**, v. XXIX , p.113-132, n.1, jun-2008.

MAGNA ENGENHARIA Ltda. Trabalho realizado com colaboração financeira FINEP/BRDE, mar 1982.

Mapa da barragem do rio Bonito. Disponível em:<https://maps.google.com.br/maps?q=jacinto+machado+sc&espv=2&biw=1024&bih=653&dpr=1&um=1&ie=UTF8&sa=X&ei=KP-UU-qBA8TgsATm64LQCg&ved=0CAgQ_AUoAQ> Acesso em: 10 jan-2014

MEDEIROS, Margarete Farias. **Geometria dinâmica no ensino de transformações no plano - uma experiência com professores da educação básica**. 172f. Dissertação de Mestrado- Programa de pós-graduação em Ensino de Matemática/ Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PIVA, Claudia. DORNELES, Lecir Dalabrida. SPILIMBERGO A. Patrícia. Cálculo do Volume de um Sólido de Revolução: Uma Atividade Usando os Softwares Graph e WxMaxima. XXXIII Congresso Nacional de matemática aplicada e computacional, **SBMAC**, v.03, p.137-143, 2010.

STEWART, James. **Cálculo Vol.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

USE OF INTEGRAL DEFINED IN CALCULATION OF DAM RIVER BONITO

Abstract: This paper presents an application of definite integral whose goal is to calculate the area of the dam flooded the River Bonito. Historical records show the importance of this barrier for the region, it is responsible for containing the filled in “Banhado do Sombrio”, and for the irrigation of rice fields. The format of the dam is far from being a regular region whose area calculation would be easily found. As such, there is a detailed study on approach to definite integrals and curves adjustments. These themes were used to approximate the dam flooded area of the River Bonito. To facilitate the calculations, we used geogebra and graph software's.

Keywords: Integral defined; Curve fitting; geogebra and graph.