



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CAMPUS A.C SIMÕES

CURSO DE MATEMÁTICA - LICENCIATURA

A cubagem das árvores

Rebeca Tributino Coimbra

Maceió - AL

2024

Rebeca Tributino Coimbra

A cubagem das árvores

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente do curso de Matemática Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus A. C. Simões, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Anderson de Lima e Silva

Maceió - AL

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

C679c

Coimbra, Rebeca Tributino.

A cubagem das árvores / Rebeca Tributino Coimbra. - 2024.
23 f. : il.

Orientador: José Anderson de Lima e Silva.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Matemática : Licenciatura)
– Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Matemática. Maceió, 2024.

Bibliografia: f. 23.

1. Volume. 2. Tora de madeira. 3. Cilindros. 4. Cones. I. Título.

CDU: 514.113.6

Rebeca Tributino Coimbra

A cubagem das árvores

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente do curso de Matemática Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Campus A. C. Simões, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Matemática, aprovado em 06 de dezembro de 2024 pela banca examinadora constituída pelos professores:

Documento assinado digitalmente
 JOSE ANDERSON DE LIMA E SILVA
Data: 10/01/2025 10:52:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Anderson de Lima e Silva
Instituto de Matemática - UFAL
Orientador

Documento assinado digitalmente
 MARCOS RANIERI DA SILVA
Data: 10/01/2025 11:07:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Ranieri da Silva Instituto
de Matemática - UFAL
Examinador

Documento assinado digitalmente
 IURY RAFAEL DOMINGOS DE OLIVEIRA
Data: 10/01/2025 16:53:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Iury Rafael Domingos de Oliveira
Campus de Arapiraca - UFAL
Examinador

Aos meus pais, que sempre me apoiaram.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Hequilania Tributino Coimbra e Sidclei Coimbra de Lucena, pelo apoio, compreensão e inspiração sempre. Tenho certeza de que posso contar com eles em qualquer situação e que, independentemente de qualquer coisa, eles sempre ficarão ao meu lado.

Agradeço à minha irmã Rubí Tributino Coimbra, que foi fundamental nesse processo de construção do TCC, e à minha irmã Olívia Tributino Coimbra, que me ajudou a manter a calma.

Agradeço ao professor Dr. Rafael Nóbrega de Oliveira Lucena, que foi de extrema importância no início do curso, sendo sempre acessível e compreensivo.

Agradeço ao professor Dr. Vanio Fragoso de Melo pela sua ajuda no PIBID e por ter me ajudado a perceber minha vocação na área da educação. Meu muitíssimo obrigada.

Agradeço ao professor Dr. Isnaldo Isaac Barbosa, que foi fundamental no período da residência e auxiliou no processo de amadurecimento da profissional que me tornei.

Agradeço ao Sr. José Bezerra de Siqueira por ter me dado a oportunidade de iniciar minha jornada como educadora e pela confiança de sempre.

Agradeço também ao meu orientador professor Dr. José Anderson de Lima e Silva, que me auxiliou no processo de elaboração do TCC.

Expresso minha gratidão aos membros da banca examinadora, pela dedicação na análise do TCC e pelas valiosas sugestões que contribuirão para a aprimoração do trabalho.

Agradeço também a mim mesma por ter conseguido conciliar as matérias, projetos e aulas ministradas durante o decorrer do curso e, por fim, ter finalizado a graduação.

*Seja como a fonte que transborda e não como um tanque que
sempre contém a mesma água.*

*(Trecho do livro “Veronika Decide
Morrer” de Paulo Coelho)*

Resumo

No artigo *A cubagem das árvores* [6], Freiria e Duarte Junior abordam três métodos distintos que serão utilizados para calcular e comparar o volume das árvores. A análise revela que o volume das toras pode apresentar certa ambiguidade, uma vez que seu formato irregular dificulta a estimativa exata do espaço ocupado. Sendo assim, o presente trabalho utilizará a mesma metodologia, assim como fórmulas matemáticas, ilustrações e conceitos geométricos, como circunferência, cilindro e cone. Essa abordagem permitirá uma análise detalhada, resultando na identificação do método mais eficiente e preciso para a cubagem das árvores, promovendo um processo mais eficaz em sua avaliação.

Palavras-chave: Volume; Tora de madeira; Métodos; Cilindro; Cone.

Abstract

In the article *The Cubing of Trees* [6], Freiria and Duarte Junior discuss three distinct methods that will be used to calculate and compare the volume of trees. The analysis reveals that the volume of logs can present some ambiguity, as their irregular shape makes it difficult to estimate the exact space occupied. Therefore, this study will utilize the same methodology, along with mathematical formulas, illustrations, and geometric concepts such as circumference, cylinder, and cone. This approach will allow for a detailed analysis, resulting in the identification of the most efficient and accurate method for cubing trees, promoting a more effective process in their evaluation.

Keywords: Volume; Wooden log; Methods; Cylinder; Cone.

Sumário

Sumário	7
1 Introdução	8
2 Preliminares	10
2.1 Circunferência, cilindro e cone	10
2.2 Semelhança de triângulos	15
3 Comparando a cubagem das árvores	17
3.1 Apresentando os métodos	17
3.2 Calculando cada caso	17
3.3 Conclusão	21
Referências	23

1 Introdução

O desmatamento é um dos problemas ambientais mais urgentes do nosso tempo, e uma de suas consequências mais imediatas e visíveis é a drástica diminuição da biodiversidade. Estima-se que milhões de espécies de plantas, animais e microrganismos estejam ameaçadas pela perda de suas casas. Essa diminuição da biodiversidade resulta em um colapso potencial dos ecossistemas, uma vez que cada espécie desempenha um papel vital no equilíbrio do meio ambiente.

Este fenômeno refere-se à remoção massiva de florestas e árvores, frequentemente motivada pela necessidade de expandir áreas para a agricultura, urbanização ou exploração madeireira.

O corte de árvores, muitas vezes associado ao desmatamento, pode ocorrer de forma legal ou ilegal, dependendo das regulamentações e práticas de manejo florestal de cada região. Muitas vezes, práticas predatórias e a falta de fiscalização resultam em um corte indiscriminado de árvores, o que não só leva à degradação irreversível dos ecossistemas, mas também à destruição de comunidades que dependem diretamente das florestas para sua sobrevivência.

É nítido que os efeitos do desmatamento não se limitam a impactos locais. A degradação das florestas tem repercussões globais, especialmente em um mundo interconectado. Por isso, a preservação das florestas é vital para a manutenção da biodiversidade e a regulação do clima. A preservação das florestas é, portanto, uma estratégia fundamental para a conservação dos recursos naturais e para a promoção do desenvolvimento sustentável.

O cálculo do volume das toras de madeira é uma medida crucial no contexto da exploração florestal. A cubagem, que envolve a determinação do volume de madeira em um tronco ou em um conjunto de árvores, é fundamental para calcular a quantidade de recursos disponíveis e a sustentabilidade da extração. Essa métrica não apenas ajuda a planejar a exploração madeireira, mas também fornece informações valiosas sobre a saúde das florestas e a necessidade de práticas de manejo sustentável.

A compreensão do volume das toras permite que empresas e gestores florestais realizem avaliações mais precisas sobre a saúde das florestas. Essa análise é essencial para a implementação de estratégias que visem minimizar os impactos ambientais da extração de madeira. Além disso, a medição do volume das toras pode ser um indicativo da regeneração natural das florestas, ajudando a determinar quando e como realizar novas extrações.

A exploração sustentável da madeira, combinada com práticas de manejo eficazes, pode

gerar empregos e promover a criação de renda, beneficiando comunidades que dependem diretamente desses recursos. Assim, a cubagem não é apenas uma questão técnica, mas um elemento crucial na busca por um desenvolvimento equilibrado.

A cubagem das árvores é um aspecto técnico e essencial que conecta todos esses tópicos, desde o desmatamento até a importância da preservação. Ela não apenas fornece uma métrica para a quantidade de madeira disponível, mas também serve como um indicador da saúde da floresta e da eficácia das práticas de preservação. Medir a cubagem é um passo fundamental para garantir que a exploração madeireira ocorra de forma sustentável, permitindo que as florestas se regenerem naturalmente.

Por fim, uma abordagem integrada que considera a cubagem das árvores, o desmatamento e a importância da preservação é essencial para o desenvolvimento sustentável. Essa estratégia não só garante a conservação dos ecossistemas, mas também promove uma relação harmoniosa entre desenvolvimento econômico e responsabilidade ambiental. Em um mundo em que os desafios climáticos e sociais se entrelaçam, a gestão responsável das florestas se torna uma prioridade inadiável, exigindo um esforço conjunto de governos, comunidades e setores privados para garantir um futuro sustentável para todos.

2 Preliminares

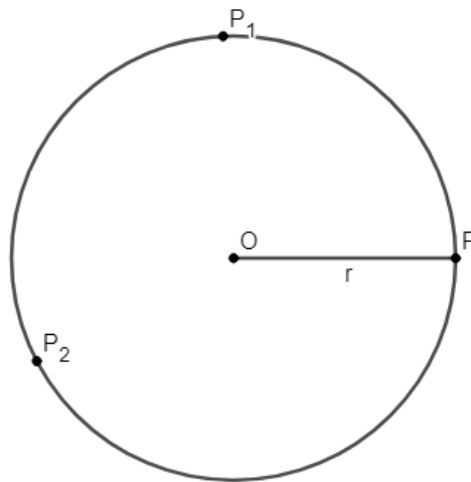
Neste capítulo, iremos relembrar conceitos de circunferência, diâmetro, cilindro, cone e semelhança de triângulos para melhor compreensão dos futuros métodos expostos.

2.1 Circunferência, cilindro e cone

Definição 2.1. Dados um plano α , uma distância r , não nula, e um ponto $O \in \alpha$, chama-se circunferência de centro O e raio r o conjunto:

$$\alpha(0, r) = \{P \in \alpha; d(O, P) = r\},$$

onde $d(O, P)$ denota a distância entre os pontos O e P .

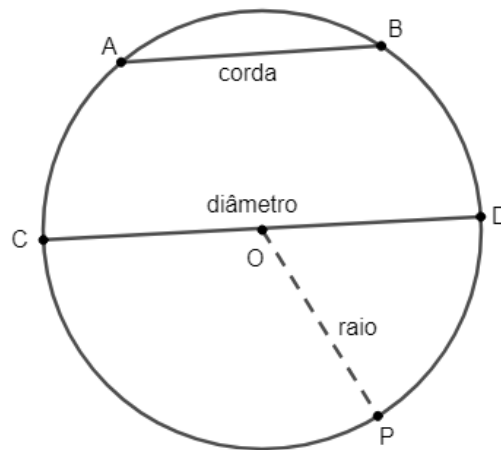


Circunferência de raio r .

Assim, uma circunferência é um lugar geométrico. Todos os seus pontos e só eles têm a propriedade de distar r (raio) de um ponto O (centro) de seu plano.

Podemos perceber outros elementos de suma importância na circunferência, sendo eles: corda, diâmetro e raio.

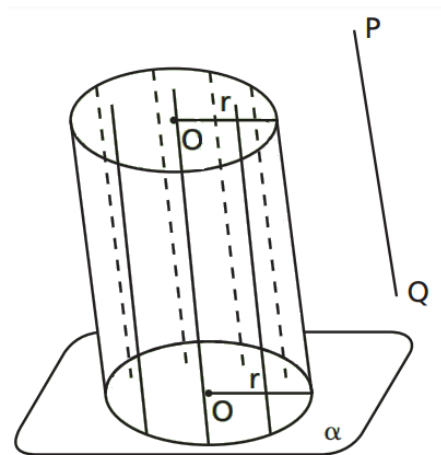
Dados segmentos quaisquer em uma circunferência, teremos que a corda será um segmento cujas extremidades pertencem à circunferência. O diâmetro será definido como uma corda que passa pelo centro. Um raio de uma circunferência será um segmento com uma extremidade no centro e a outra num ponto da circunferência. Observe os elementos da figura abaixo:



Corda e diâmetro.

Observando nossa circunferência, percebemos que $\overline{AB}$ será nossa corda, $\overline{CD}$ nosso diâmetro e o segmento $\overline{OP}$ é um dos raios presentes.

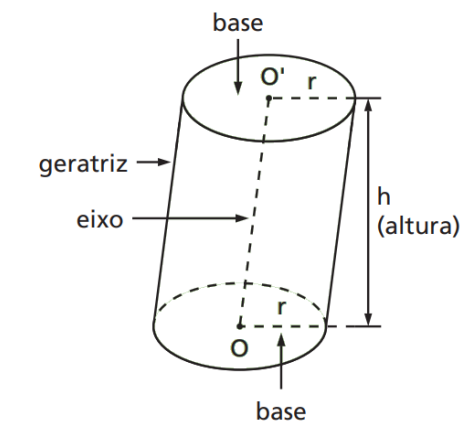
Definição 2.2. Consideremos um círculo de centro O e raio r , situado num plano α , e um segmento de reta $\overline{PQ}$ não nulo, não paralelo e não contido em α . Chamaremos de cilindro à reunião dos segmentos congruentes e paralelos a $\overline{PQ}$, com uma das extremidade nos pontos do círculo e a outra situada num mesmo semiespaço determinado por α . Observe o cilindro a seguir:



Cilindro.

É fácil perceber os seguintes elementos no cilindro: 2 bases definidas por círculos congruentes situados em planos paralelos, geratrizes formadas por segmentos cujas extremidades

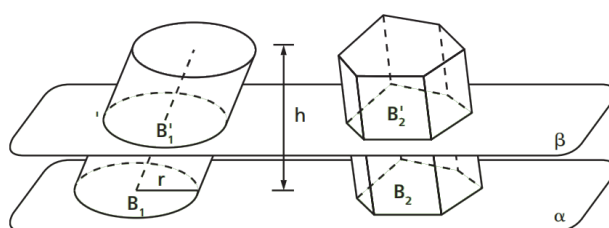
tocam pontos correspondentes nas diferentes bases e, por fim, sua altura que será a distância h entre os planos das bases.



Elementos do cilindro.

Para seu volume, consideremos um cilindro de altura h e área da base $B_1 = B$ e um prisma de altura h e área da base $B_2 = B$ (o cilindro e o prisma devem possuir alturas congruentes e bases equivalentes). Consideraremos que os dois sólidos têm as bases num mesmo plano α e estão num dos semiespaços determinados por α .

Pelo Princípio de Cavalieri, sabemos que dois sólidos, nos quais todo plano secante, paralelo a um dado plano, determina superfícies de áreas iguais (superfícies equivalentes), são sólidos de volumes iguais (sólidos equivalentes). Observe a figura abaixo:



Princípio de Cavalieri.

Qualquer plano β paralelo a α , que secciona o cilindro, também secciona o prisma e as seções (B'_1 e B'_2 , respectivamente) possuirá áreas iguais, pois serão congruentes às respectivas bases. Observe abaixo:

$$(B'_1 = B_1, B'_2 = B_2, B_1 = B_2 = B) \Rightarrow B'_1 = B'_2.$$

Então, pelo Princípio de Cavalieri, o cilindro e o prisma têm volumes iguais.

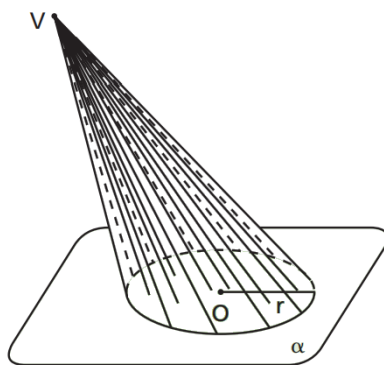
$$V_{cilindro} = V_{prisma}.$$

Como $V_{prisma} = B_2 = B$, teremos que $V_{cilindro} = B$, ou seja:

$$V = B \cdot h.$$

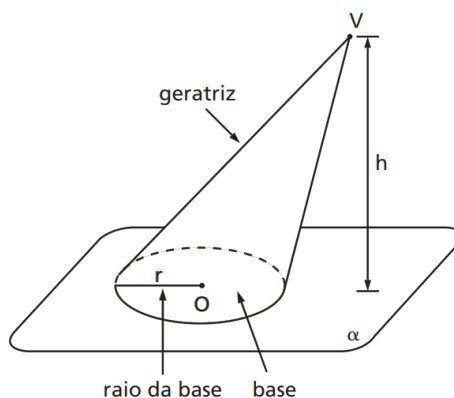
Portanto, o volume de um cilindro é o produto da área da base pela medida da altura, onde $B = \pi \cdot r^2$.

Definição 2.3. Admita um círculo de centro O e raio r situados num plano α e um ponto V fora dele. Chamaremos de cone à reunião dos segmentos de reta com uma extremidade em V e a outra nos pontos do círculo.



Cone.

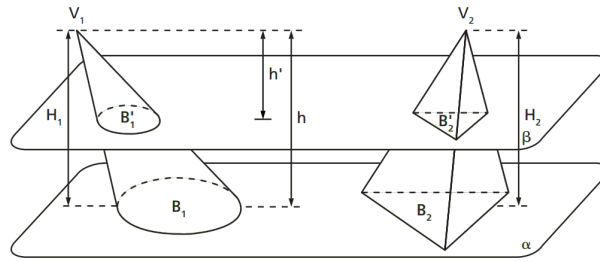
Dos elementos indispensáveis do cone, podemos citar a base (o círculo de centro O e raio r), as geratrizes (são os segmentos com uma das extremidade em V e a outra nos pontos da circunferência da base), o vértice (o ponto V) e sua altura (definida pela distância entre o vértice e o plano da base). Observe na imagem abaixo todos os elementos citados:



Elementos do cone.

Para seu volume, vamos considerar um cone de altura $H_1 = h$ e área da base $B_1 = B$ e um tetraedro de altura $H_2 = h$ e área da base $B_2 = B$, cujas alturas são congruentes e suas bases equivalentes. Considere que os dois sólidos possuem suas bases num mesmo plano α e que seus vértices estão num mesmo semiespaço determinado por α .

Desse modo, tendo como base *Princípio de Cavalieri*, podemos observar a figura abaixo:



Princípio de Cavalieri.

Tome um plano secante β que seja paralelo a α , distando h' dos vértices que seccionam o cone, o mesmo também seccionará o tetraedro, e sendo as áreas das seções $B'1$ e $B'2$, respectivamente, teremos que:

$$\left(\frac{B'_1}{B_1} = \left(\frac{h'}{h} \right)^2, \frac{B'_2}{B_2} = \left(\frac{h'}{h} \right)^2 \right) \Rightarrow \frac{B'_1}{B_1} = \frac{B'_2}{B_2}.$$

Sabendo que $B_1 = B_2 = B$, é fácil ver que $B'_1 = B'_2$. Desse modo, pelo princípio de Cavalieri, o cone e o tetraedro possuem volumes iguais, ou seja,

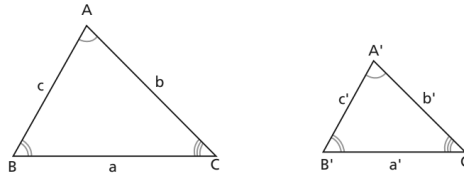
$$V_{cone} = V_{tetraedro}.$$

Desse modo, como $V_{tetraedro} = \frac{1}{3} B_2 \cdot h = \frac{1}{3} B \cdot h$, percebemos que, $V_{cone} = \frac{1}{3} B \cdot h$. Portanto, o volume do cone é um terço do produto da área da base pela medida da altura, ou seja:

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h.$$

2.2 Semelhança de triângulos

Definição 2.4. Dois triângulos serão semelhantes se, e somente se, possuem os três ângulos ordenadamente congruentes e os lados homólogos proporcionais.



Triângulos semelhantes.

Sendo assim,

$$\triangle ABC \sim \triangle A'B'C'$$

se, e somente se,

$$\hat{A} \equiv \hat{A}', \hat{B} \equiv \hat{B}', \hat{C} \equiv \hat{C}' \text{ e } \frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}.$$

Conforme o Teorema Fundamental, dada uma reta paralela a um dos lados de um triângulo que intercepta os outros dois lados em pontos distintos, então o triângulo que ela determina é semelhante ao primeiro. Tendo em mente que, seus ângulos são congruentes e seus lados proporcionais.

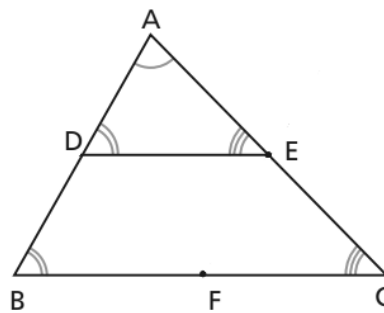


Imagem 10

Para provarmos a semelhança entre $\triangle ABC \sim \triangle ADE$, precisamos provar que eles têm ângulos ordenadamente congruentes e lados homólogos proporcionais. Seus ângulos congruentes são $\hat{D} \equiv \hat{B}$, $\hat{E} \equiv \hat{C}$ e $\hat{A}$.

Em relação aos lados proporcionais, teremos pelo Teorema de Tales que $\frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC}$.

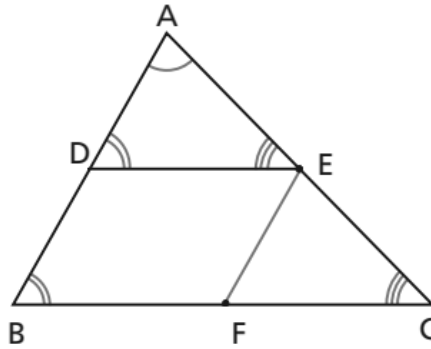


Imagem 11

Por E construímos EF paralela a AB , com F em BC , logo, percebemos que $\frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC} = \frac{DE}{BC}$. E com isso, podemos concluir que $\triangle ABC \sim \triangle ADE$.

3 Comparando a cubagem das árvores

Neste capítulo, iremos explorar os diferentes métodos para calcular o volume das toras de madeira, lembrando conceitos básicos do capítulo anterior.

3.1 Apresentando os métodos

Para iniciar nossa apresentação dos métodos, é importante lembrar que o volume exato de uma tora de madeira é extremamente difícil de calcular, visto que seu formato contém inúmeras irregularidades. Sendo assim, serão utilizados formatos geométricos aproximados aos de toras, para a melhor compreensão e utilização das expressões matemáticas.

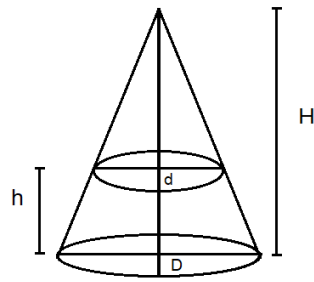
O primeiro método abordado é o método geométrico, amplamente utilizado nas zonas rurais do Estado de RO, especialmente na região de Rolim Moura. A expressão matemática, correspondente ao método geométrico, irá considerar elementos essenciais, como o comprimento (h) e o diâmetro médio ($\bar{D}$), localizado entre os diâmetros das duas extremidades da tora: D_1 (pés) e D_2 (ponta). Desta forma, é correto afirmar que $\bar{D} = \frac{D_1 + D_2}{2}$.

O segundo método é o método paulista, popularmente empregado na região da BR-364. De forma divergente ao método anterior, a expressão do método paulista calcula seu volume a partir da ponta da tora, dividindo-a entre o diâmetro máximo e o diâmetro mínimo (D e d , respectivamente). Nesse métodos, iremos observar também os elementos h (altura), D e d de forma esclarecedora.

O terceiro método é o sistema Francon, abundantemente difundido no Estado do Amazonas e ao sul do Estado do Pará. O comprimento da circunferência será adquirido por meio da medição do volume, sendo calculado especificamente na metade da tora, com o auxílio de um barbante ou fita métrica. Após isso, o resultado passa pelos seguintes passos: primeiro, é dividido por quatro; logo após, é elevado à segunda potência; por fim, é multiplicado pelo comprimento da tora (h).

3.2 Calculando cada caso

Para iniciar o cálculo individual dos volumes de cada um dos casos, iremos imaginar a tora de madeira como a região entre dois cones com o mesmo vértice, e seu volume será dado pela subtração dos mesmos. Vale lembrar que o volume do cone é calculado por $V_C = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$. Observe abaixo o desenvolvimento dos cálculos:



Cone de altura H e tronco de altura h

$$\begin{aligned}
 V_T &= V_G - V_P \\
 &= \frac{1}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 H - \frac{1}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 (H - h) \\
 &= \frac{1}{3}\pi\frac{D^2}{4} H - \frac{1}{3}\pi\frac{d^2}{4} (H - h) \\
 &= \frac{\pi \cdot D^2 H - (\pi \cdot d^2 H - d^2 h)}{12} \\
 &= \frac{1}{12}\pi(D^2 H - (d^2 H - d^2 h)) \\
 &= \frac{1}{12}\pi(D^2 H - d^2 H + d^2 h) \\
 &= \frac{1}{12}\pi(H(D^2 - d^2) + d^2 h).
 \end{aligned}$$

Por semelhança de triângulos, podemos extrair a seguinte relação entre os cones:

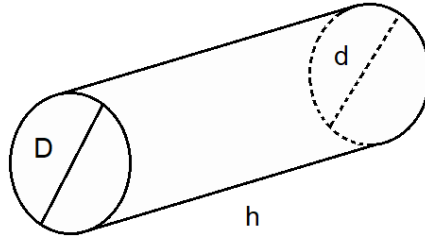
$$\begin{aligned}
 \frac{H}{D} &= \frac{h}{D - d} \\
 h &= \frac{(D - h)H}{D}.
 \end{aligned}$$

Voltando ao volume total e utilizando a relação citada acima, percebe-se que:

$$\begin{aligned}
V_T &= \frac{1}{12}\pi(H(D^2 - d^2) + d^2h) \\
&= \frac{1}{12}\pi(H(D^2 - d^2) + d^2(\frac{D-d}{D})H) \\
&= \frac{1}{12}\pi(H(D^2 - d^2) + H\frac{(Dd^2 - d^3)}{D}) \\
&= \frac{1}{12}\pi H(D^2 - d^2 + \frac{(Dd^2 - d^3)}{D}) \\
&= \frac{1}{12}\pi H\frac{(D^3 - Dd^2 + Dd^2 - d^3)}{D} \\
&= \frac{1}{12}\pi H\frac{(D^3 - d^3)}{D}.
\end{aligned}$$

Após o cálculo do volume total, iremos desenvolver nossos métodos de forma individual.

Método Geométrico: Ao explorar este método, teremos em mente que h é o comprimento da tora e $\bar{D}$ será o diâmetro médio entre D e a ponta d , ou seja, $\bar{D} = \frac{D+d}{2}$. Observando nosso primeiro método, obtemos o seguinte:



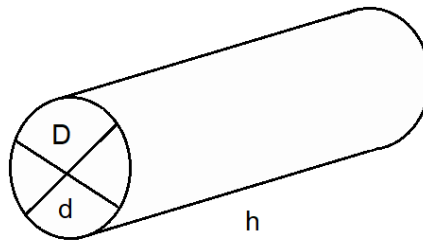
Análise das diferentes extremidades do cilindro

$$\begin{aligned}
V_G &= \frac{\pi.\bar{D}^2.h}{4} \\
&= \frac{\pi.\bar{D}^2.h}{4} \\
&= \frac{\pi}{4}.\left(\frac{D+d}{2}\right)^2.h.
\end{aligned}$$

Por semelhança de triângulos, conseguimos obter:

$$\begin{aligned}
 V_G &= \frac{\pi}{4} \left(\frac{D+d}{2} \right)^2 \frac{(D-d)}{D} H \\
 &= \frac{\pi}{16} (D+d)^2 \frac{(D-d)}{D} H.
 \end{aligned}$$

Método Paulista: Para o segundo método, deveremos lembrar que h será o comprimento da tora, D será o diâmetro máximo e d será o diâmetro mínimo.



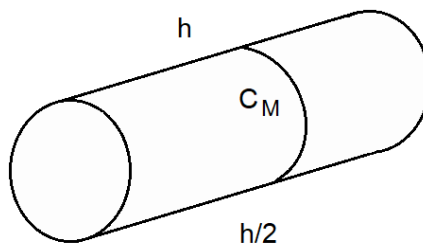
Análise de apenas uma das extremidades do cilindro

$$V_P = D.d.h.$$

Após estabelecer a relação de semelhança de triângulos, é fácil obter:

$$\begin{aligned}
 V_P &= D.d.h \\
 &= d^2 \frac{(D-d)}{D} H.
 \end{aligned}$$

Método Francon: No terceiro e último método, teremos que CM é o comprimento da circunferência da tora e h sua altura.



Análise da metade do comprimento da tora

$$V_F = \left(\frac{CM}{4}\right)^2 \cdot h.$$

Nesse caso, após a semelhança de triângulos, teremos que:

$$\begin{aligned} V_F &= \left(\frac{\pi(D+d)}{8}\right)^2 \left(\frac{D-d}{D}\right) H \\ &= \frac{\pi^2}{64} (D+d)^2 \left(\frac{D-d}{D}\right) H. \end{aligned}$$

3.3 Conclusão

Agora, iremos observar o comportamento de cada um dos métodos, ou seja, observaremos V_G , V_P , V_F e V_T , também necessário.

Consideraremos $d = x$ e nossa variação será em D e H . Iremos definir o intervalo de d em $0 \leq d \leq D$, ou seja, $0 \leq x \leq 1$. Sendo assim, tomaremos $D = 1$ e $H = 3$.

Desta forma, nosso volume total será definido por:

$$\begin{aligned} V_T &= \frac{\pi}{12} H \frac{(D^3 - d^3)}{D} \\ &= \frac{\pi}{12} 3 \frac{(1^3 - x^3)}{1}. \end{aligned}$$

Nosso Método Geométrico terá a seguinte forma:

$$\begin{aligned} V_G &= \frac{\pi}{16} (D+d)^2 \frac{(D-d)}{D} H \\ &= \frac{\pi}{16} (1+x)^2 \frac{(1-x)}{1} 3. \end{aligned}$$

O Método Paulista será caracterizado por:

$$\begin{aligned} V_P &= d^2 \frac{(D-d)}{D} H \\ &= x^2 \frac{(1-x)}{1} 3. \end{aligned}$$

Por fim, nosso Método Francon terá a seguinte forma:

$$\begin{aligned} V_F &= \frac{\pi^2}{64}(D+d)^2\left(\frac{D-d}{D}\right)H \\ &= \frac{\pi^2}{64}(1+x)^2\left(\frac{1-x}{1}\right)3. \end{aligned}$$

Ao aplicar todos os métodos de volume citados acima, iremos esboçar o seguinte gráfico:

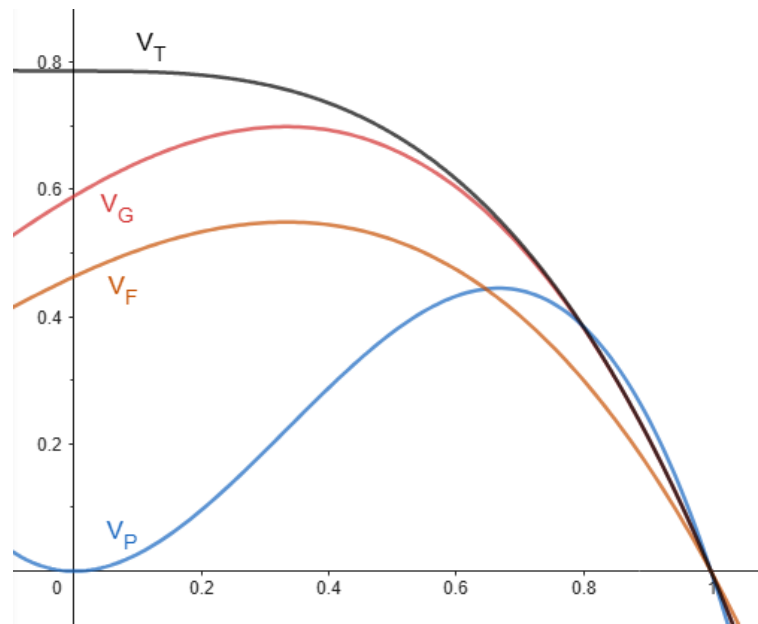


Gráfico com os métodos analisados

No intervalo acima, ao comparar os dados coletados no mesmo gráfico, é fácil notar que num determinado momento seus comportamentos se assemelham. Desse modo, ao analisar todos os resultados obtidos e compará-los ao volume total, é notório que o método mais vantajoso é o método geométrico.

Referências

- [1] ARRAES, R. A; MARIANO, F. Z; SIMONASSI, A. G. *Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial*. RESR, Piracicaba-SP, v. 50, n. 1, p. 119-140, Abr. 2012.
- [2] DOLCE, O; POMPEO, J. N. *Cilindro*. In: FUNDAMENTOS de matemática elementar: Geometria espacial – posição e métrica. 7. ed. São Paulo: Atual Editora, 2013. v. 10, cap. 10, p. 207-212.
- [3] DOLCE, O; POMPEO, J. N. *Circunferência e círculo*. In: FUNDAMENTOS de matemática elementar: Geometria plana. 9. ed. São Paulo: Atual Editora, 2013. v. 9, cap. 10, p. 143-152.
- [4] DOLCE, O; POMPEO, J. N. *Cone*. In: FUNDAMENTOS de matemática elementar: Geometria espacial – posição e métrica. 7. ed. São Paulo: Atual Editora, 2013. v. 10, cap. 11, p. 224-230.
- [5] DOLCE, O; POMPEO, J. N. — *Semelhança de triângulos e potência de ponto*. In: FUNDAMENTOS de matemática elementar: Geometria plana. 9. ed. São Paulo: Atual Editora, 2013. v. 9, cap. 8, p. 192-207.
- [6] FREIRIA, A. A; JUNIOR, G. G. D. *A cubagem das árvores*. Revista do Professor de Matemática, Rio de Janeiro - Brasil, v. 26, p. 22 – 1994
- [7] GORGENS, E. B; LEITE, H. G.; SANTOS, H. N.; GLERIANI, J. M. *Estimação do Volume de Árvores Utilizando Redes Neurais Artificiais*. RevArv, Viçosa - MG, v. 33, n. 6, p. 1141-1147, 7 jul. 2009.
- [8] VALE, I.; MIRANDA, I. S.; MITJA, D.; SANTOS, G. G. A.; SANTOS, A. M.; LIMA, T. T. S.; COSTA, L. G. S. *Riqueza de plantas em mosaicos rurais na região do arco do desmatamento, Amazônia Oriental, Brasil*. Espacios, Venezuela, v. 38, n. 36, p. 29, 24 ago. 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n36/a17v38n36p29.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.