



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS ANGICAL DO PIAUÍ
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

FRANCISCO DAIRON DE SOUSA LEAL

**RAZÃO ÁUREA E A ETNOMATEMÁTICA DAS TESOURAS DE TETO DE UMA
ESCOLA PÚBLICA DE SÃO GONÇALO DO PIAUÍ**

ANGICAL DO PIAUÍ

2023

FRANCISCO DAIRON DE SOUSA LEAL

RAZÃO ÁUREA E A ETNOMATEMÁTICA DAS TESOURAS DE TETO DE UMA
ESCOLA PÚBLICA DE SÃO GONÇALO DO PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Angical .

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco Ramos.

ANGICAL DO PIAUÍ

2023

RAZÃO ÁUREA E A ETNOMATEMÁTICA DAS TESOURAS DE TETO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE SÃO GONÇALO DO PIAUÍ

Francisco Dairon de Sousa Leal¹
Antonio Francisco Ramos²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo compreender a relação entre a razão áurea e a etnomatemática aplicada na construção das tesouras do teto da Unidade escolar Francisco Nunes. Uma vez que as tesouras de teto são estruturas de sustentação e resistência, essas características são os principais atributos da proporção áurea, e como esses dois aspectos são fazeres utilizados há anos, a etnomatemática é um referencial que dá embasamento para esse estudo. Através da pesquisa qualitativa busca-se os saberes e fazeres etnomatemáticos presentes na construção das tesouras de teto, possibilitando um estudo com que valorize os conhecimentos acadêmicos e não acadêmicos. Com isso, a pesquisa utilizou-se de registros fotográficos, entrevistas e medição das tesouras fazendo uso dos seguintes materiais: trena, smartphone, papéis e canetas. Os resultados obtidos pela pesquisa mostram os jargões dos marceneiros e etapas da construção das tesouras de tetos. Ademais, discute-se que apesar de as tesouras apresentarem proporção em suas medidas de construção, a razão áurea não está presente. Assim, este trabalho trouxe a aproximação entre os conhecimentos éticos e êmicos que possibilitam a criação de estratégias de ensino de matemáticas para a educação básica de forma contextualizadas com fatos da realidade da própria escola e cultura local.

Palavras-chave: proporção áurea; etnomatemática; tesouras de teto.

ABSTRACT

The present work aimed to understand the relationship between the golden ratio and the ethnomathematics applied in the construction of the scissors on the ceiling of the Francisco Nunes school unit. Since the ceiling trusses are support and resistance structures, these characteristics are the main attributes of the golden ratio, and as these two aspects have been practices used for years, ethnomathematics is a reference that provides the basis for this study. Through qualitative research, the ethnomathematics knowledge and practices present in the construction of ceiling scissors are sought, enabling a study that values academic and non-academic knowledge. With this, the research used photographic records, interviews and measurement of scissors using the following materials: measuring tape, smartphone, paper and pens. The results obtained by the research show the carpenters' jargon and stages of construction of the ceiling shears. Furthermore, it is argued that although the scissors are proportionate in their construction measures, the golden ratio is not present. Thus, this work brought together ethical and emic knowledge that enable the creation of mathematics teaching strategies for basic education in a contextualized way with facts from the realities of the school itself and local culture.

Keywords: golden ratio; ethnomathematics; ceiling shears.

Data de aprovação: 26/09/202

¹ Licenciado em Matemática pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI). Instituto Federal do Piauí. E-mail: caang.20191lma12@galuno.ifpi.edu.br.

² Doutor em Educação pela *Universidad Internacional Iberoamericana* – UNINI México. Professor do Instituto Federal de Educação. E-mail: francisco.ramos@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

A *proporção áurea* ou *número de ouro* é um tema que está presente em diversos lugares ao nosso redor, como no corpo humano, na arte, na natureza e inclusive nas construções. Essa medida ao longo dos tempos tem sido estudada e utilizada por diversos indivíduos e pesquisadores, pois tem como característica promover às estruturas firmeza e equilíbrio. Com base nisso, essa pesquisa traz o seguinte questionamento: *A razão áurea se faz presente enquanto conhecimento etnomatemático na construção das tesouras de sustentação do teto da Unidade Escolar Francisco Nunes da cidade de São Gonçalo do Piauí?*

A reflexão acerca da presença da razão áurea nas formas triangulares das tesouras, abre possibilidades para as aulas de geometria de forma contextualizada com elementos da história da matemática e da cultura local. Pois, ao reconhecer e valorizar os conhecimentos etnomatemáticos dos marceneiros é possível o estabelecimento de relações dialógicas entre conhecimentos acadêmicos (etnomodelos éticos) e aqueles do dia a dia (etnomodelos êmicos) aplicados na construção das tesouras de teto.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo geral *compreender a relação entre a razão áurea e a etnomatemática aplicada na construção das tesouras do teto de uma escola, destacando as suas contribuições para o ensino e aprendizagem de geometria*. De maneira específica, objetiva-se: *identificar o tipo de tesoura construída para a escola; descrever o processo de construção da tesoura; demonstrar se as figuras triangulares das tesouras mantêm relação com a proporção áurea; calcular as áreas dos triângulos que formam as tesouras do teto da escola; propor uma sequência didática para a modelagem da tesoura de teto da escola em escala de centímetros*.

Para isso desenvolveu-se uma pesquisa de campo com entrevista, registros fotográficos e medições das tesouras. Os dados coletados foram modelados por meio de fórmulas e figuras, tendo como referencial a etnomodelagem para obtenção de etnomodelos relativos ao tema em discussão.

É importante destacar que além desta introdução o artigo está organizado da seguinte maneira: fundamentos teóricos e metodológicos para análise das tesouras de teto, onde neste tópico, traz os aspectos históricos e conceituais da proporção áurea e as tesouras de teto. Logo em seguida, a etnomatemática e a etnomodelagem na construção das tesouras, os aspectos metodológicos, e por fim, resultados e discussões e as considerações finais.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DAS TESOURAS DE TETO

Nesta seção do artigo se discute os aspectos conceituais e metodológicos, que referenciam o trabalho da pesquisa, em seguida os resultados e discussões dos dados.

2.1 RAZÃO ÁUREA: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS

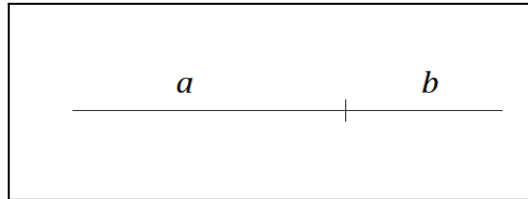
Assim, “A Razão Áurea é conhecida também na literatura como proporção divina, seção Áurea, número de ouro e extrema e média razão” (ANASTÁCIO et al., 2015, p. 2). Essa proporção tem seus primeiros registros por volta de 323-285 a. C. escritos por Euclides. A proporção áurea consiste em “dividir um segmento de reta em duas partes, de tal modo que a razão entre a menor e a maior parte fosse igual à razão entre a maior parte e o segmento total” (LAURO, 2005, p. 36). Anastácio (2015) mostra que a razão áurea é equivalente a 1,618 aproximadamente, sendo assim esse número chamado de número de ouro ou divina proporção e é representado pela letra ϕ (Phi).

De maneira complementar, pode-se dizer, segundo Cruz (2015, p. 2):

Proporção áurea é uma constante real algébrica irracional utilizada na arquitetura, nas artes e no design gráfico. Ela é representada pela divisão de uma reta em dois segmentos (a e b), sendo que quando a soma desses segmentos é dividida pela parte mais longa, o resultado obtido é de aproximadamente 1,61803398875. Este valor é chamado de 'número de Ouro'.

Partindo dessas ideias, segue a demonstração dessa proporção (Figura 1):

Figura 1 – Demonstração da proporção Áurea



Fonte: Elaborada pelo autor.

Temos:

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{a}{a} + \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{a}{b} = 1 + \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{a}{b} - \frac{b}{a} = 1 \Rightarrow \quad (1)$$

$$\frac{a^2-b^2}{ba} = 1 \Rightarrow a^2 - b^2 = ba \Rightarrow -a^2 + b^2 + ba = 0$$

A partir desse ponto, simplificamos toda a equação dividindo-a por b^2 , temos:

$$-\frac{a^2}{b^2} + \frac{b^2}{b^2} + \frac{ba}{b^2} = \frac{0}{b^2} \Rightarrow 1 - \frac{a^2}{b^2} + \frac{a}{b} = 0 \quad (2)$$

ou

$$-\frac{a^2}{b^2} + \frac{a}{b} + 1 = 0$$

Com isso, para facilitar a resolução e compreensão fazemos a substituição de $\frac{a}{b}$ por x tornando-a em uma equação do 2º grau, assim fica:

$$+\frac{a^2}{b^2} + \frac{a}{b} + 1 = 0 \Rightarrow -\frac{a.a}{b.b} + \frac{a}{b} + 1 = 0 \Rightarrow -\frac{a}{b} * \frac{a}{b} + \frac{a}{b} + 1 = 0 \quad (3)$$

$$\Rightarrow -x * x + x + 1 = 0 \Rightarrow -x^2 + x + 1 = 0$$

Primeiramente resolvemos essa equação utilizando a fórmula do delta(Δ), encontramos que:

$$\Delta = (1)^2 - 4 * (-1) * 1 \Rightarrow \Delta = 5 \quad (4)$$

Por fim, usando a fórmula resolutive, com isso obtemos:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{2(-1)} = 1,6180339887 \quad (5)$$

Concluimos que a razão áurea, também chamada de número de ouro ou razão áurea (φ), é aproximadamente 1,618.

2.1.1 Razão áurea e formas triângulos

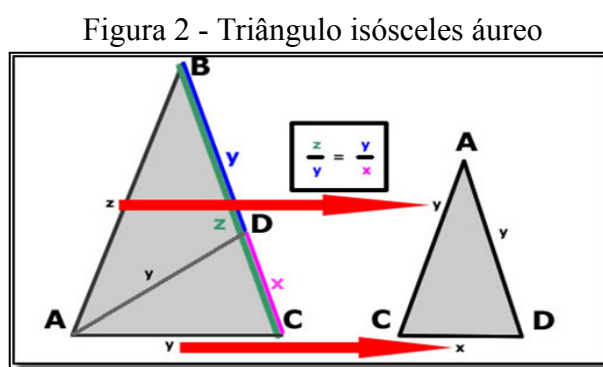
A proporção áurea foi utilizada em diversas construções e pode ser vista em diferentes objetos e lugares. Cruz (2018) afirma que monumentos, como os templos da Grécia antiga, foram construídos usando essa proporção e que muitas pessoas não sabem disso. A literatura estudada indica que razão áurea é utilizada em diversos lugares e em diversos contextos, nessa perspectiva de acordo com Anastácio (2015, p. 2):

É encontrada em objetos e locais, como em uma maçã, no formato do cartão de crédito, em construções arquitetônicas, no corpo humano, no formato da Via Láctea, e em vários outros ambientes. O tema que contém aplicações em artes, arquitetura, natureza, dentre outras é pouco citada nas salas de aulas, e às vezes nem lembrada.

Para Lima (2015), a razão áurea pode ser encontrada na natureza (folhas e talos das plantas, nas rosas, sementes de um girassol e no enxame de abelhas), no corpo humano, nas artes humano e arquitetura (construção de templos, formatos das cidades e tetos) e tetos com formatos triangulares.

A) Triângulo isósceles e a proporção áurea

O triângulo isóscele contém dois ângulos e dois lados iguais. Assim, “triângulo de ouro é um triângulo isósceles no qual a divisão do comprimento de um dos lados pelo comprimento da base é o número de ouro” (HORTA *et al*, 2020, p.7). Ademais, segundo Lauro (2005), um triângulo ABC (Figura 2) que é isóscele especial, ou seja, a bissetriz de um dos ângulos da base divide o triângulo em dois novos triângulos isósceles. Nesse processo de isósceles especial, se vê uma repetição infinita tanto da proporção áurea quanto de triângulos isósceles.



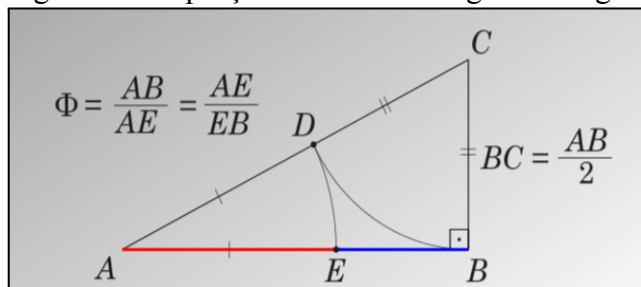
Fonte: Sítio do Piropo, 2007.

E em relação ao triângulo retângulo com a proporção áurea? Esta é uma discussão conceitual também importante para este estudo.

B) Triângulo retângulo e a proporção áurea

Esse triângulo é identificado pelo ângulo reto, ou melhor, o ângulo de 90°. De acordo Kilhian (2018), em um triângulo retângulo (Figura 3) em que um dos catetos é a metade do outro, existe um ponto no cateto maior que o divide em média e extrema razão. Com isso, essa razão está presente no número de ouro.

Figura 3 - Proporção áurea no Triângulo retângulo



Fonte: O baricentro da mente, 2018.

Uma vez conhecida a relação entre triângulos e proporção áurea resta agora entender os tipos de tesouras de teto. Isso contribuirá para se perceber a relação entre as formas geométricas das tesouras de teto e a proporção áurea.

2.2 TESOURAS DE TETO TRIANGULARES

As tesouras de teto têm como finalidade a sustentação de telhados, ou seja, sustentar as cargas permanentes e variáveis constantes. Sendo assim, “a tesoura nada mais é do que uma treliça com a função de transferir todos os carregamentos, tanto permanentes quanto variáveis, para as paredes e pilares da construção” (MOLITERNO, 2010, p. 8).

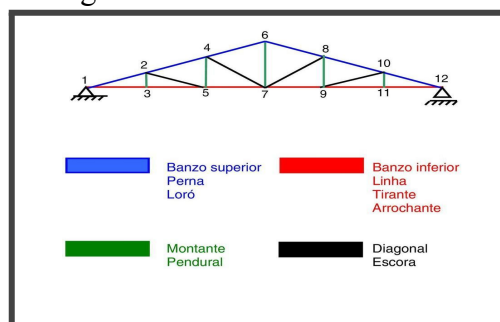
Segundo Logsdon (2002), as tesouras são estruturas planas verticais projetadas para receber cargas, que atuem paralelamente a seu plano, transmitindo-as aos apoios. Já de acordo com Bortoli (2016, p. 27) as tesouras possuem “(...) a função de transferir esforços, são compostas por barras e nós que formam triângulos e conferem estabilidade ao elemento”. Dessa forma, podemos dizer que as tesouras são uma estrutura de vários elementos formando uma sustentação rígida, geralmente com formatos triangulares. E assim são capazes de suportar cargas sobre vãos de espaço mais amplo, sem suporte intermediário.

Essas estruturas apresentam diversas partes como: banzos, diagonais e montantes.

Banzos: elementos longos de uma treliça, podendo ser inferior ou superior; o banzo inferior é a peça que faz o travamento na parte inferior e o banzo superior é a peça que faz o travamento na parte superior; Montantes: elementos verticais da treliça, podendo ser suprimidos dependendo da configuração adotada; Diagonais: elementos inclinados da treliça, fixados entre os banzos superior e inferior, dando travamento e suporte à estrutura. (DEBATIN, 2019, p.22).

Na figura 4, é possível observar cada uma das partes da tesoura descrita por Debatin (2019) e em outras obras, a exemplo de Ballarin (2010):

Figura 4 - Partes de uma tesoura



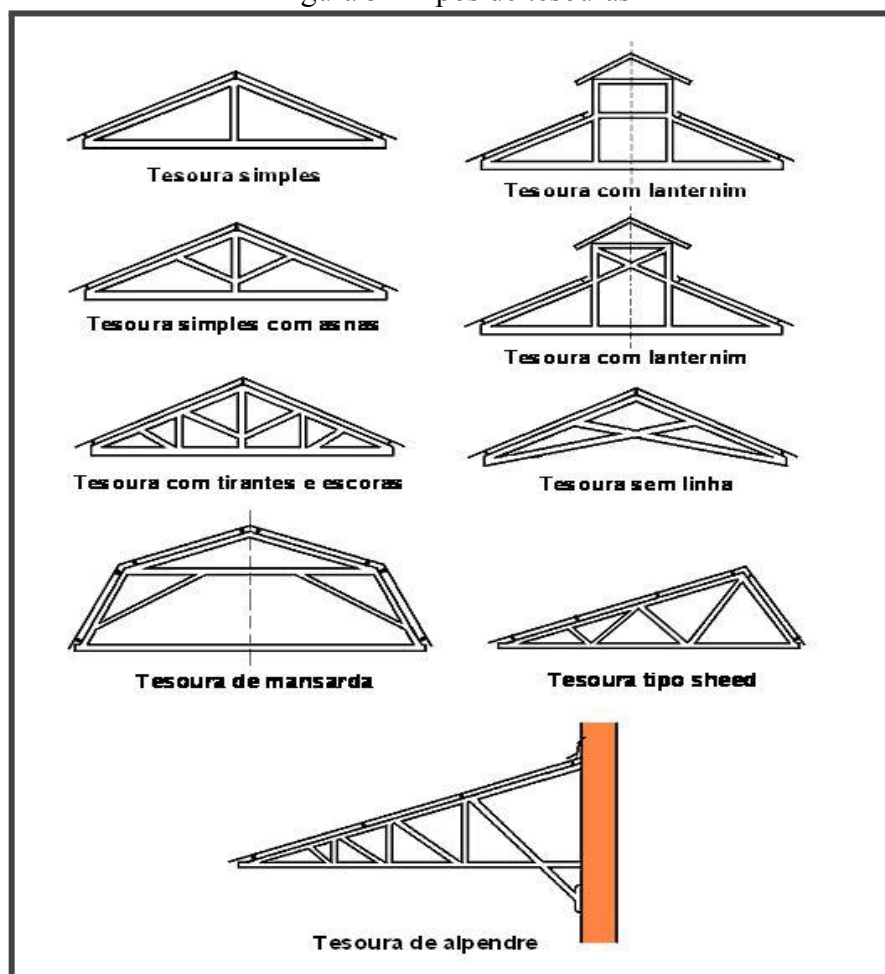
Fonte: Tesouras de madeira, 2014.

Conhecer como a literatura nomeia cada uma das partes que compõem as tesouras de teto possibilita o estabelecimento de relações dialógicas com os termos utilizados pelos marceneiros na construção destas estruturas, em São Gonçalo do Piauí. Antes disso, apresenta-se os tipos de tesouras com arcos triangulares para a construção de um parâmetro de análise do tipo de tesoura observada na pesquisa de campo.

2.2.1 Tipos de tesouras com arcos triangulares

Ao longo dos anos, surgiram e foram utilizados inúmeros tipos de tesouras com diferentes formatos. Tesouras com arcos triangulares são estruturas que tanto seu formato geometria interno com externo é dado por triângulos, como mostra na figura 5:

Figura 5 - Tipos de tesouras



Fonte: Total construção, 2020.

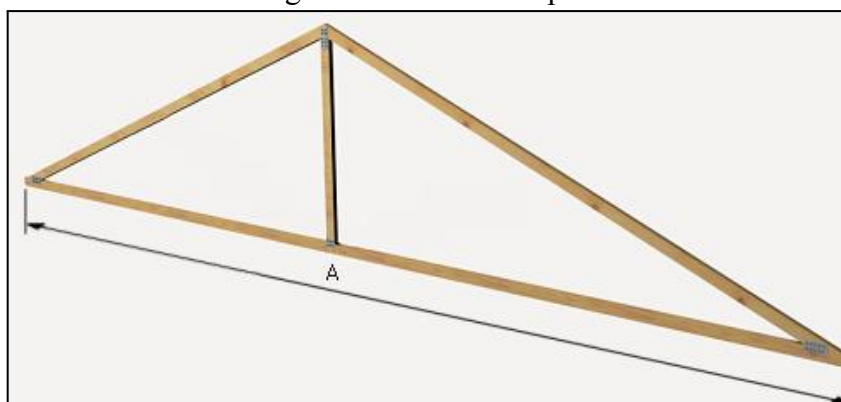
Partindo desse ponto, é importante analisar as tesouras que são mais utilizadas, entre elas estão: tesouras simples, tesouras simples com aspas, tesouras com tirantes e escoras (howe) e tesouras pratt.

A) *Tesoura simples*

Essa tesoura costuma ser uma das mais utilizadas, pois apresenta uma boa resistência e é mais prático sua estrutura. De acordo com Debatin (2019) o tipo de tesoura simples (Figura

6) é aquele que apresenta apenas os dois banzos superiores e o banzo inferior. Pode ou não apresentar pontalete e é utilizada em pequenos vãos.

Figura 6 - Tesoura simples



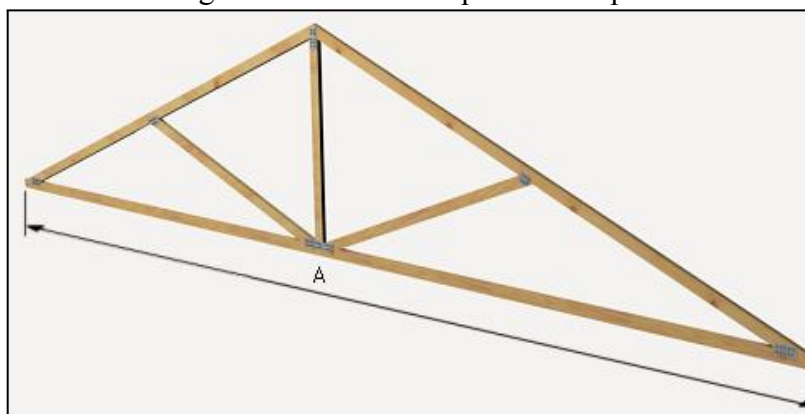
Fonte: Gerador de preços Brasil, 2023.

Em sua composição apresenta dois tipos de triângulos: retângulos e isósceles.

B) *Tesouras simples com aspas*

Esse tipo de tesoura (Figura 7) é semelhante a tesoura simples, com uma única diferença, pois ela apresenta um reforço central (diagonais), que dispõe de mais resistência e funciona com recurso estético. Além disso, costuma ser usada em espaçamentos pequenos assim como nas tesouras simples.

Figura 7 - Tesoura simples com aspas



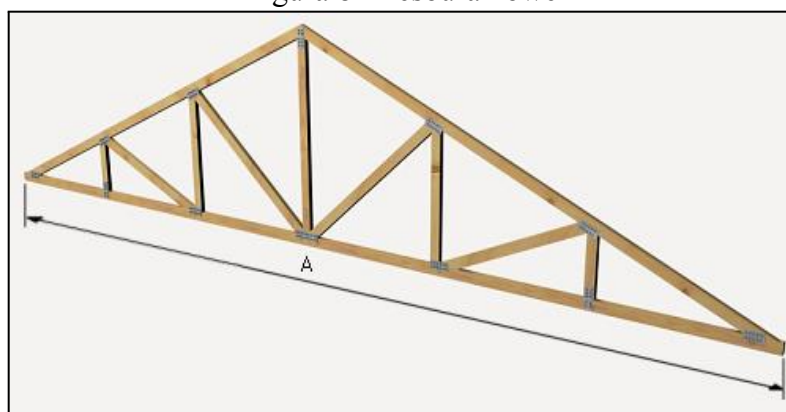
Fonte: Gerador de preços Brasil, 2023.

Verifica-se que em sua estrutura existem dois tipos de triângulos: retângulos e isósceles.

C) *Tesouras howe*

Essa tesoura, também conhecida como tesoura inglesa, é utilizada em grandes vãos. Segundo Bortoli (2016, p. 27) “A tesoura do tipo Howe é a mais utilizada na construção de telhados por proporcionar uma maior facilidade na execução, permitindo realizar ligações das diagonais com os banzos de forma mais apropriada”. Além disso, esse tipo de tesoura (Figura 8) é um dos mais comuns, e elas só são utilizadas em vãos de até 18 metros.

Figura 8 - Tesoura howe



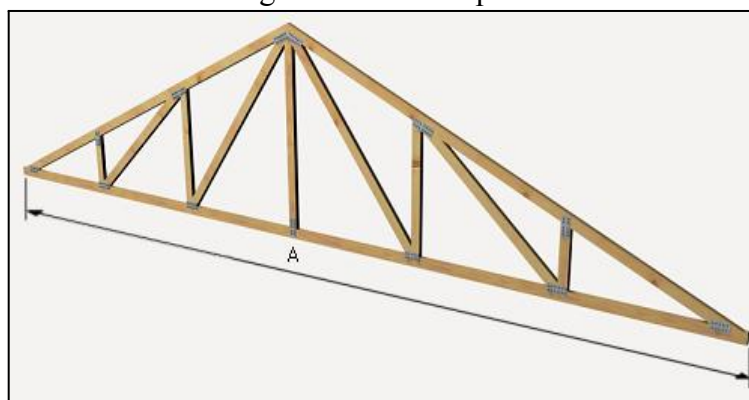
Fonte: Gerador de preços Brasil, 2023.

Na tesoura do tipo Howe apresenta dois tipos de triângulos: retângulos e isósceles.

D) *Tesouras pratt*

Essa tesoura tem sua semelhança com a do tipo howe, com a diferença nas diagonais, pois na pratt (Figura 9) são invertidas. Debatin (2019) conceitua esse tipo como modelo mais largamente empregado, devido à facilidade de montagem e capacidade de suporte em grandes vãos. Estes vãos são de 18 a 30 metros.

Figura 9 - Tesoura pratt



Fonte: Gerador de preços Brasil, 2023.

A tesoura *Pratt* apresenta em sua predominância: triângulos retângulos. Além de contém formatos do triângulo isósceles.

2.3 ETNOMATEMÁTICA E ETNOMODELAGEM NA CONSTRUÇÃO DE TESOURAS

A presença da proporção áurea na natureza e nas construções humanas possibilita pensar como ela se manifesta, enquanto conhecimentos que envolvem saberes e fazeres etnomatemáticos de grupos sociais locais. Desse modo, é mister destacar que conhecimentos etnomatemáticos, segundo D'Ambrósio (2009), são fundamentais para de entender a geração, a organização intelectual e social, e a difusão e transmissão do conhecimento e comportamento humanos, acumulados, ao longo da evolução das diversas culturas, em busca da satisfação das pulsões básicas de sobrevivência e transcendência. Sendo assim, ao observar onde é utilizado e desde quando é utilizado a razão áurea, é fácil notar que medida tem um

grande valor cultural, histórico e intelectual, onde esses pontos estão diretamente ligados à etnomatemática.

Já a aplicação prática da Etnomatemática ocorre por meio da Etnomodelagem, que segundo Rosa e Orey (2019) pode ser considerada como o estudo das ideias, noções e procedimentos utilizados nas práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos. Ainda de acordo com os autores, esses procedimentos envolvem as práticas matemáticas desenvolvidas e utilizadas em diversas situações-problema enfrentadas no cotidiano dos membros destes grupos. Assim, a etnomatemática e a etnomodelagem assume significativos papéis, em que:

A etnomatemática visa enfatizar a importância dos conhecimentos produzidos, difundidos e acumulados nos grupos culturais (êmico) enquanto a etnomodelagem busca as aproximações entre os saberes matemáticos acadêmicos (ético) com esse contexto por meio da modelagem. (ROSA; OREY, 2019, p. 6).

Com base nessas ideias, o conhecimento da proporção áurea através da matemática produzida por determinados grupos e utilizadas em diferentes contextos, mostra-se de grande valor pois apresenta fatores como: transmissão de conhecimentos, ampliação de conhecimentos culturais e aplicações em diferentes situações-problemas.

2.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada na unidade escolar Francisco Nunes, situada na comunidade São Gonçalense, da cidade de São Gonçalo do Piauí. A escola foi construída no ano de 1969 e atualmente atende alunos do ensino médio, nos turnos manhã e tarde, além disso, oferece a educação especial que foi instituída na instituição em 1997.

A escolha da escola como campo de pesquisa decorre do fato de guardar um tipo de arquitetura, que já não está presente nas construções atuais, em decorrência do uso de novos materiais e tecnologias, a exemplo do aço e coberturas metálicas, dentre outras. Ademais, apresenta estruturas triangulares que remete a uma investigação sobre os conhecimentos envolvidos para a sua construção.

A primeira etapa da pesquisa consistiu em visita à escola para realização das seguintes atividades: registros fotográficos e medição da tesoura para o cálculo de área. Neste trabalho de campo utilizou-se os seguintes materiais: trena, transferidor, celular para registros fotográficos, papéis e caneta.

A segunda etapa consistiu em entrevista com marceneiro do sexo masculino, de 44 anos de idade, residente em São Gonçalo do Piauí, para compreender como se dá o processo de construção da tesoura de teto, do tipo encontrada na escola. É importante destacar que a escolha deste sujeito da pesquisa decorreu do fato de sua prática constante na construção de tesouras além disso, recomendação de outro marceneiro local. As informações coletadas, em que o entrevistado preferiu responder de forma escrita, em vez de oralmente, contribuíram para se observar os etnomodelos envolvidos na construção da tesoura, cabendo observar de se tratar de etnomodelos êmicos, éticos ou dialógicos.

Por fim, procedeu-se com a proposição de uma estratégia de ensino envolvendo os conteúdos etnomatemáticos por meio de uma sequência didática para construção da tesoura em escala de centímetros, com o objetivo de trabalhar objetos do conhecimento matemático e as respectivas habilidades prevista na Base Nacional Comum Curricular, de forma contextualizado com a cultura local.

É importante destacar que a pesquisa é de natureza qualitativa e descritiva, voltada para a compreensão de fenômenos que os dados quantitativos não dão conta de responder, na

ocasião em que se busca os conhecimentos etnomatemáticos. Entretanto, não se dispensa a etnomodelagem como possibilidade de aproximação entre as duas abordagens (qualitativa e quantitativa).

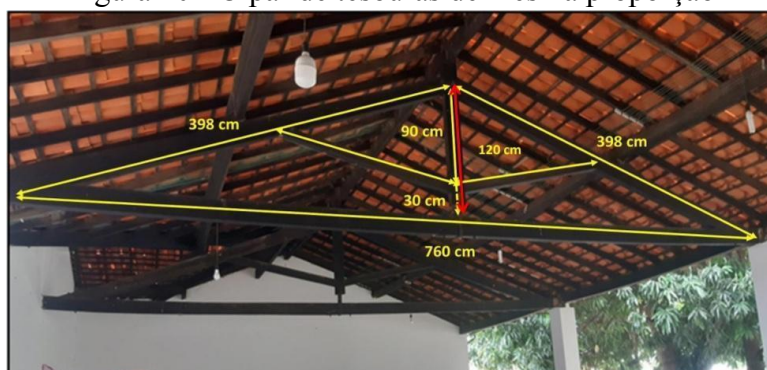
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões estão sistematizados em núcleos temáticos que dialogam com cada um dos objetivos específicos deste estudo. Para tanto, explora-se como material empírico os registros fotográficos, transcrições da entrevista com o marceneiro, representações gráficas e quadros demonstrativos.

2.4.1 Tipos de tesouras de tetos presentes na escola

Na Unidade Escolar Francisco Nunes se constatou que existem três tesouras que sustentam o teto do pátio da escola, todas elas do *tipo simples com aspas*. Dentre as tesouras, duas delas são do mesmo tipo que aparece na figura 10. As duas tesouras têm as mesmas proporções, ou seja, são congruentes, com ângulos e medidas iguais, além disso, tendo em sua composição um formato de um *triângulo isósceles* sendo o triângulo maior.

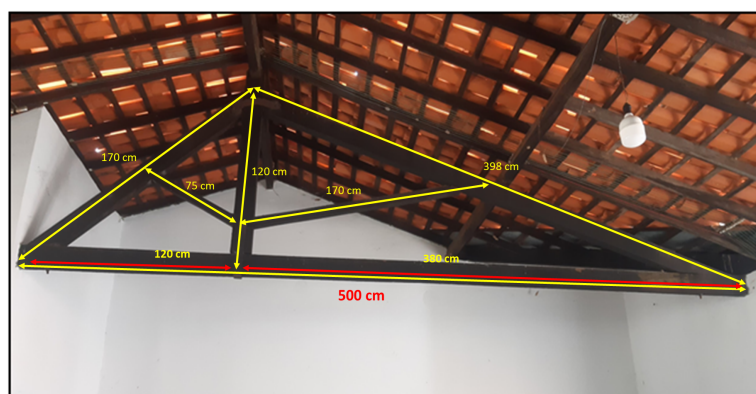
Figura 10 - O par de tesouras de mesma proporção



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na figura 11 a tesoura apresenta o formato de um *triângulo escaleno*, que é diferente das duas anteriores, com medidas e alguns pontos distintos das outras duas tesouras, mas preserva as características de uma *tesoura simples com aspas*.

Figura 11 - A terceira tesoura



Fonte: Elaborada pelo autor.

Uma vez conhecidos os tipos de tesouras e os tipos de triângulos que as compõem é importante compreender os saberes envolvidos na construção destas estruturas. Desse modo, além dos registros fotográficos houve uma entrevista com um marceneiro, de 44 anos de idade, especializado em construção de tesouras, residente em Gonçalves do Piauí.

2.4.2 Saberes êmicos da construção da tesoura de teto identificada na escola

Uma questão inicial consistiu em saber *Com quantos anos começou na marcenaria e como aprendeu?*

A resposta obtida foi a seguinte: “Comecei na marcenaria com 12 anos” (Entrevistado, 2023). Nota-se com base na resposta do marceneiro que sua prática em marcenaria é de aproximadamente 32 anos como iniciação ainda na fase da adolescência.

A questão seguinte evidenciou que sua aprendizagem dos saberes e práticas em marcenaria no âmbito familiar, de pai para filho: *Em relação às tesouras de telhado, como aprendeu a fazer a sua construção?*

A resposta foi: “Com meu pai que já era carpinteiro, e me tornei profissional aos 14 anos, já trabalhava sozinho” (Entrevistado, 2023).

Em sequência, quando abordado a seguinte questão: *Quais os tipos de tesouras são mais construídos?*

A marceneiro indicou a seguinte resposta: “A tesoura mais conhecida é a triangular” (Entrevistado, 2023). Assim, é notório que a presença de termos êmicos no meio cultural de desenvolvimento do marceneiro entrevistado, pois traz uma nova nomenclatura para tesouras dando o nome de tesouras triangular.

Diversas ferramentas são utilizadas para a construção de tesouras, tendo em vista a construção local, veio o segundo questionamento: *Quais recursos são utilizados para a construção dessas tesouras?*

O marceneiro citou os seguintes recursos: “Utilizamos serrotes, formões, furadeira, serranare³ e esquadro. As tesouras devem ser usadas em áreas grandes como salas de altar, galpões, igrejas etc.” (Entrevistado, 2023).

Trazendo a proporção áurea para discussão foi realizado a seguinte pergunta: *Tem conhecimento da proporção áurea do número de ouro? Se sim, costuma utilizá-la na construção das tesouras?*

A sua única resposta foi: “As proporções que já fiz foi de até 10 metros de tamanho” (Entrevistado, 2023). Com isso foi perceptível que o marceneiro não sabia do que se tratava a *proporção áurea*, mas apresentou como referência uma medida que representa o tamanho da maior tesoura que conseguiu construir.

Ao fim da entrevista foi sugerido ao marceneiro que relatasse o processo de construção da tesoura através do seguinte questionamento: *Qual o passo a passo para a construção de uma tesoura de telhado do tipo simples com aspás (diagonais)?*

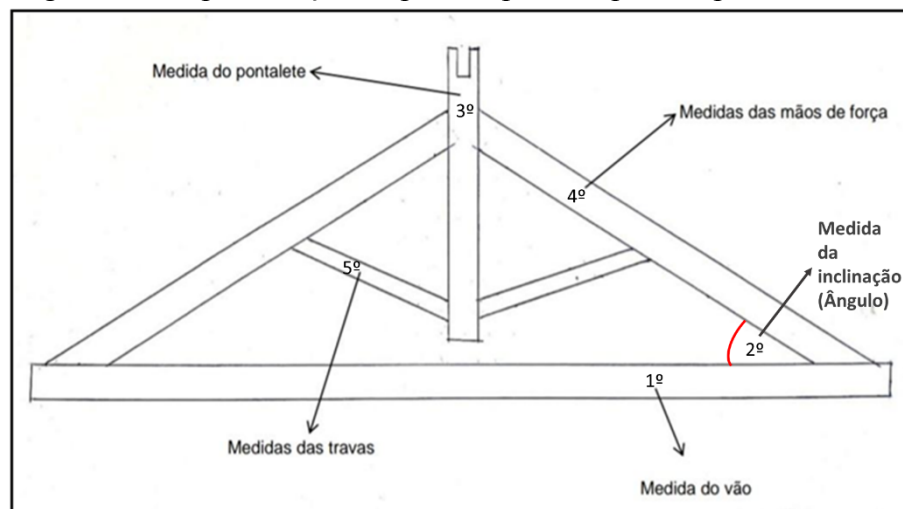
A descrição dele foi:

Primeiramente medimos a **largura do vão** dividimos ao meio em seguida procuramos a **inclinação** conhecida como **desempeno**, aí em seguida tiramos a **medida do pontalete** que fica no centro da tesoura, colocamos o pontalete no lugar em seguida tiramos a **medida das mãos de força**, com a mão de força no lugar tiramos a **medida das travas** que compõe as mãos de força (Entrevistado, 2023).

Para uma representação visual das etapas de construção da *tesoura simples com aspás*, com base no registro da fala do entrevistado, modelou-se a figura 13.

³ É uma serra circular elétrica tipo makita.

Figura 13 - Representação do passo a passo explicado pelo marceneiro



Fonte: Elaborada pelo autor.

É importante destacar que a maioria dos termos utilizados pelo marceneiro de São Gonçalo do Piauí, para cada parte de compõe a tesoura, são diferentes daqueles retratados na literatura estudada como referência para este estudo. Para tornar inteligível a relação entre os termos que aparecem na literatura e os termos utilizados pelo marceneiro, propõe-se o quadro 1 enquanto possibilidade de uma abordagem dialógica de convergências de sentidos e significados.

Quadro 1 - Tradução dos termos aplicados para descrição dos elementos da tesoura

Termos da literatura (éticos)	Termos do Marceneiro (êmicos)
• Banzo superior, Perna e Loró	• Mãos de força
• Banzo inferior, Tirante, Linha e Arrochante	• Linha
• Montante e Pendural	• Pontalete
• Diagonal e Escora	• Travas
• Inclinação	• Desempeno

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Os termos da literatura foram extraídos da obra de Debatin (2019).

Uma vez conhecido o processo da construção de uma tesoura de teto a partir da visão de um marceneiro especializado neste tipo de estrutura, aplica-se os conhecimentos matemáticos acadêmicos para descobrir a área das figuras geométricas que formam as tesouras de teto da escola.

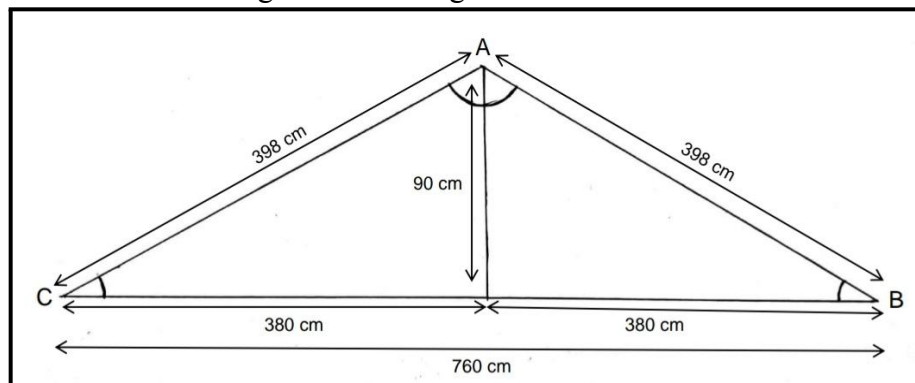
2.4.4 Análise da proporção áurea nos triângulos

Segue que essa análise, com base no argumento da razão áurea nos triângulos isósceles e retângulo. Para tanto, os cálculos são realizados com base nas *medidas das mãos de forças* (AB e AC), do vão (BC).

Triângulo isósceles

Em primeira análise um triângulo isóscele apresenta proporção áurea quando uma reta parte de um vértice até o lado oposto formando um novo triângulo isósceles de mesmas proporções. Tendo em vista o triângulo ABC da figura 14, tem essa reta partindo de um ângulo ao lado oposto, mas formam dois triângulos retângulos ao invés de isósceles.

Figura 14 - Triângulo isósceles ABC



Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim, sabendo o nome de cada parte de compõe a tesoura de teto calcula-se se existe a relação a proporção Áurea, em que:

Segue a análise matemática para fins comprovativos da proporção (p):

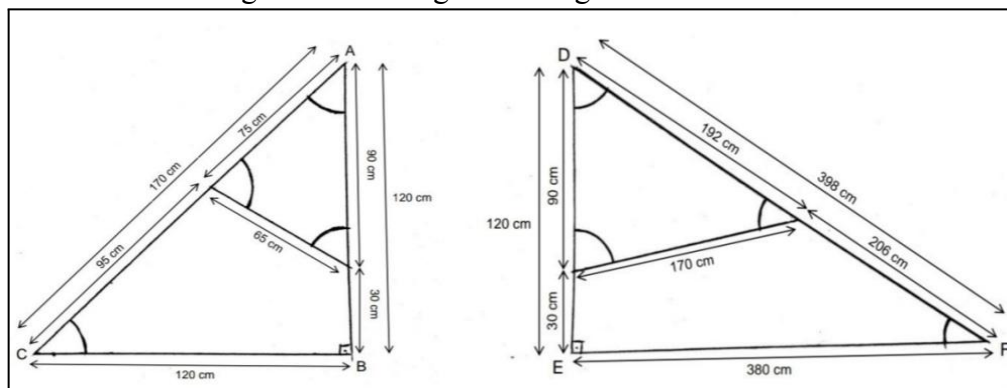
$$p = \frac{760}{380} = \frac{380}{380} \Rightarrow 2 \neq 1 \neq 1,618...$$

Logo, não existe proporção áurea nesse triângulo isóscele.

Triângulo retângulo

É apresentado que um triângulo retângulo quando contém um cateto sendo o dobro do outro cateto, existe um ponto que divide o cateto resultando em uma proporção áurea. Observando os triângulos ABC e DEF (ver figura 14), nota-se que os catetos são um o dobro do outro, sendo que no triângulo ABC os catetos têm a mesma medida e no triângulo DEF tem uma média superior de um cateto para o outro de 260.

Figura 14 - Triângulos retângulos ABC e DEF



Fonte: Elaborada pelo autor.

Segue a verificação proporção (p) matemática:

Triângulo ABC lado AB,

$$p = \frac{120}{90} = \frac{90}{30} \Rightarrow 1,33333.. \neq 3 \neq 1,618...$$

Lado AC:

$$p = \frac{170}{95} = \frac{95}{75} \Rightarrow 1,789... \neq 1,2666... \neq 1,618...$$

Assim, o lado AB e BC não apresenta proporção áurea. Portanto, o triângulo retângulo ABC não contém proporção (p) áurea.

Triângulo DEF,

Lado DE:

$$p = \frac{120}{90} = \frac{90}{30} \Rightarrow 1,33333... \neq 3 \neq 1,618...$$

Lado EF:

$$p = \frac{398}{206} = \frac{206}{192} \Rightarrow 1,932... \neq 1,072... \neq 1,618...$$

Logo, o lado DE e EF não apresenta a extrema razão. Conclui-se que o triângulo retângulo DEF não exibe a proporção áurea.

É importante destacar que além dos cálculos de verificação da proporção áurea na estrutura das tesouras de teto, que pode ser apresentado como sequência didática ser explorada em sala de aula (apêndice A), o mesmo pode ser feito com outros conteúdos matemáticos, a exemplo do cálculo de área de triângulos (ver Apêndice B).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da análise do trabalho apresentado, é notório observar que as figuras triangulares presentes nas tesouras de teto na Unidade escolar Francisco Nunes que é uma tesoura do tipo simples com aspas não apresentam em suas medidas a proporção áurea, mas apresenta uma determinada proporção para sua construção. Além disso, os conhecimentos etnomatemáticos em torno dessa estrutura, possibilitaram novos significados e compreensão para tal área da matemática estudada. Com isso, foi possível atingir o objetivo de pesquisa e responder questionário proposto pela pesquisa na qual era: A razão áurea se faz presente entre os fazeres e saberes etnomatemáticos aplicados na construção das tesouras de sustentação do teto da Unidade Escolar Francisco Nunes no município de São Gonçalo do Piauí?

A proposta dessa pesquisa, que objetivou compreender se razão áurea está presente entre os conhecimentos etnomatemáticos aplicados na construção das tesouras, apesar da razão áurea não estar presentes nessa estrutura, abriu novos horizontes para o estudo de proporção e aplicações matemáticas. Em contrapartida, esse trabalho trouxe desafios e motivações, como explorar a matemática no contexto da engenharia e da marcenaria, além de fazer medições e projeção das figuras estudadas para o contexto analisado e investigado.

Por fim, o estudo possibilitou conhecer conhecimentos produzidos por um determinado grupo cultural, áreas de atuação para a construção das tesouras que se utilizam da matemática como um dos principais recursos de trabalho, observa que a matemática está presente no cotidiano e a aplicação dos conteúdos trabalhos em sala. Além disso, desenvolver uma sequência didática para a construção de tesouras de teto. Assim, desenvolvendo um senso crítico, investigativo e analítico.

REFERÊNCIAS

ANASTÁCIO et al. **Razão áurea**: um rico tesouro de surpresas. São João del-Rei, 2015.

BALLARIN, Adriano Wagner. Tesouras de madeira. **Disponível no site: www.histeo.dec.ufms.br/materiais/detalhamento/01**, v. 20, p. 29-04, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Adriano-Ballarín/publication/265573063_TESOURAS_DE_MADEIRA/links/54ef181e0cf2e28308661d34/TESOURAS-DE-MADEIRA.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

BORTOLI, Camila Aline. **Estudo comparativo de tesouras em madeira para coberturas variando-se o vão e o tipo de telha**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14500/1/PB_COECI_2016_2_29.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2023.

CRUZ, Talita. **O Que é Proporção Áurea?** Entenda Como Ela Mudou a História da Arquitetura. Janeiro, 2018.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática e história da Matemática. **Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos**. Brasil: Editora da UFF, 2009.

DEBATIN, Martin Cristian Beuter. **Estudo comparativo de tesouras em madeira para coberturas residenciais**. Santa Rosa – RS, 2019.

DOCPLAYER. **Tesouras de madeira**. 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/amp/3869184-Tesouras-de-madeira-graduacao-3o-florestal-aula-05-disciplina-prop-mecanicas-e-fundamentos-das-estrut-madeira-prof-adriano-wagner-ballarin.html>>. Acesso em: Nov/2022.

GERADOR DE PREÇOS BRASIL. Software para engenharia e construção. 2023. Disponível em: <http://www.brasil.geradordeprecos.info/obra_nova/Estruturas/Madeira/Estruturas_para_coberturas/Tesoura.html#gsc.tab=0>. Acesso em: 18 jun. 2023

HORTA et al. **O número de ouro e a proporção áurea: harmonia e beleza na matemática da vida**. Curitiba, 2020.

KILHIAN, Kleber. O baricentro da mente. **O número de ouro no cateto de um triângulo retângulo**. 2018. Disponível em: <<https://www.obaricentrodamente.com/2018/08/o-numero-de-ouro-no-cateto-de-um-triangulo-retangulo.html?m=1>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

LAURO, Maria. **A razão áurea e os padrões harmônicos na natureza, artes e arquitetura**. São Paulo, 2005.

LIMA, José. **Razão áurea**: história e suas aplicações matemáticas. Ceará, 2015.

LONGSDON, Norman Barros. **Notas de Aula Estruturas de madeira para cobertura, sob a ótica da NBR 7190/1997**. Cuiabá: UFMT, 2002.

MOLITERNO, Antonio. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. 4. Ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PIROPO, B. Sítio do Piropo. **Um número muito especial VI**. 2007. Disponível em: <<https://www.bpiropo.com.br/fpc20070122.htm>> . Acesso em: 20 jun. 2023.

ROSA, M. .; OREY, D. C. . **Etnomatemática**: investigações em etnomodelagem. Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática , [S. l.], v. 2, n. 1, 2019. DOI: 10.34019/2594-4673.2018.v2.27368. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/ridema/article/view/27368>> . Acesso em: 13 out. 2022.

TOTAL CONSTRUÇÃO. **Tesoura Telhado – O Que É? Para Que Serve? Saiba Aqui!**. 2020. Disponível em:< <https://www.totalconstrucao.com.br/tesoura-telhado/>> . Acesso em: 18 jun. 2023.

APÊNDICES

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO PROPORÇÃO ÁUREA NO ESTUDO DAS TESOURAS DE TETO

CONTEÚDO ESTRUTURANTE: GEOMETRIA		
TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Temática, com metodologia de pesquisa e produto final voltados para o uso cotidiano.		
PÚBLICO-ALVO	Alunos do 2º ano do Ensino Médio	DURAÇÃO: 120 minutos
CONTEÚDOS	• Semelhança de triângulos. • Proporção.	
OBJETIVOS	• Entender e descobrir onde se utilizou a proporção áurea. • Aprender a calcular a proporção em um segmento de reta. • Conhecer como a proporção está presente nos triângulos.	
AVALIAÇÃO	• Observação direta dos registros escritos e intervenção pedagógica verbal para discussão das aprendizagens e dificuldades.	
ATIVIDADES	• Realizar pesquisa de campos para medições do tamanho real das estruturas estudadas. • Desenvolver uma representação de um tesoura de teto utilizando triângulos áureos. • Fazer uma representação de medidas de um tesouras convertendo-a para uma representação de 1 metro da largura do vão.	

APÊNDICE B - PROPOSTA DE ENSINO ENVOLVENDO CÁLCULO DE ÁREA DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS TRIANGULARES QUE FORMAM AS TESOURAS DO TETO

CONTEÚDO ESTRUTURANTE: GEOMETRIA		
TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Temática, com metodologia de pesquisa e produto final voltados para o uso cotidiano.		
PÚBLICO-ALVO	Alunos do 3º ano do Ensino Médio	DURAÇÃO: 120 minutos
CONTEÚDOS	Área de triângulos (ver texto de apoio).	
OBJETIVOS	- Analisar e identificar os tipos de triângulos. - Diferenciar as medidas em centímetros dos triângulos. - Calcular a área dos triângulos de acordo com seu tipo e medida.	
AValiação	Apresentação verbal e com ilustrações dos triângulos analisados das tesouras.	
ATIVIDADES	Fazer a utilização da fórmula de Heron e da Fórmula geral das áreas dos triângulos.	

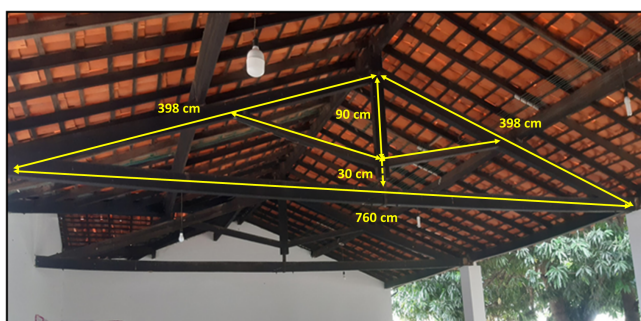
Texto de Apoio

TESOURA 1

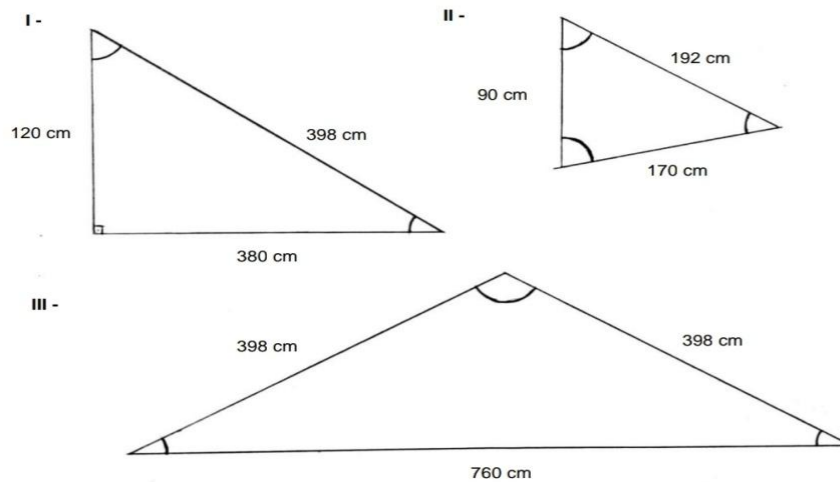
Para o cálculo da área dos triângulos presentes nas tesouras temos os seguintes saberes éticos a serem aplicados: a área(A) de um triângulo pode ser dada por $A = b \cdot h / 2$, onde b é a medida base e h é a altura do triângulo. Além disso, a fórmula de Heron que é expressa por:

$A = \sqrt{p(p - a)(p - b)(p - c)}$, a, b e c são os lados de um triângulo, p é o semiperímetro do triângulo que é dado por $p = (a+b+c)/2$. Assim, temos a seguir os triângulos e suas medidas segundo suas respectivas tesouras (Figura 1).

Figura 1 - Primeira Tesoura



Triângulos que compõem a primeira tesoura



Fonte: elaborada pelo autor.

Na composição da tesoura, em relação aos triângulos da figura da tesoura de teto, tem dois do tipo I, dois do tipo II e um do tipo III. Com isso, segue os a área desses triângulos:

Usando $A = b \cdot h / 2$ para os triângulos I e III,

Triângulo I:

$b = 380 \text{ cm}$ e $h = 120 \text{ cm}$,

$$A = \frac{380 \cdot 120}{2} = 22800 \text{ cm}^2$$

Triângulo II:

Usando a fórmula de Heron, temos que $a = 90 \text{ cm}$, $b = 192 \text{ cm}$ e $c = 170 \text{ cm}$,

$$p = \frac{90 + 192 + 170}{2} = 226 \text{ cm} \quad (1)$$

$$A = \sqrt{226(226 - 90)(226 - 179)(226 - 192)} = 7649,92 \text{ cm}^2 \approx 7650 \text{ cm}^2 \quad (2)$$

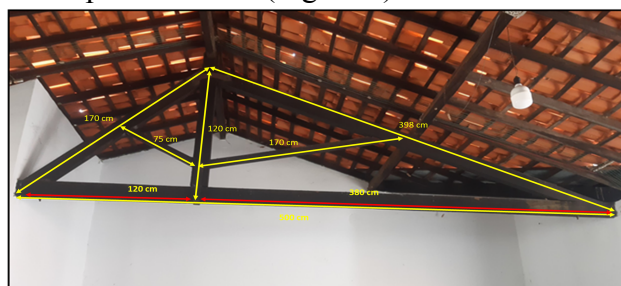
Triângulo III:

$b = 760 \text{ cm}$ e $h = 120 \text{ cm}$,

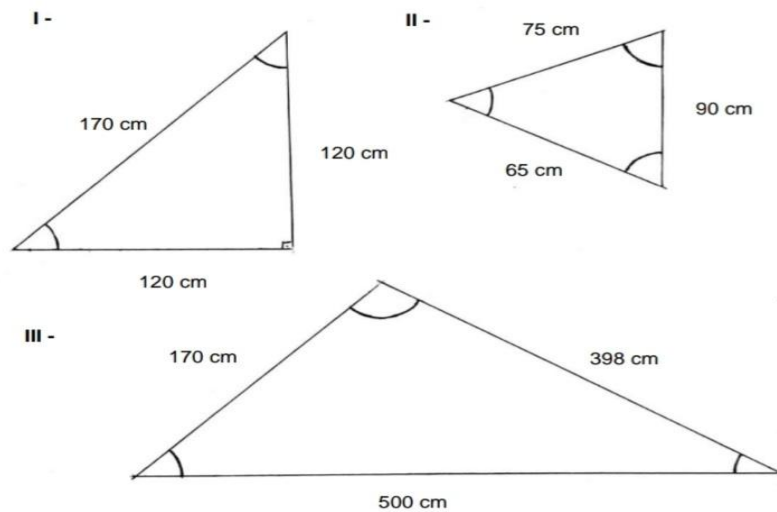
$$A = \frac{760 \cdot 120}{2} = 45600 \text{ cm}^2$$

TESOURA 2

Observe o segundo tipo de tesoura (Figura 2).



Para este tipo de tesoura se elaborou-se a seguinte representação gráfica.



Fonte: elaborada pelo autor.

Na tesoura tem os triângulos do um do tipo I, um do tipo II e um do tipo III. Além disso, ela apresenta mais dois triângulos que têm as mesmas medidas dos triângulos, que são os triângulos I e II. Com isso, segue os a área desses triângulos:

Usando $A = b \cdot h / 2$ para os triângulos I e III,

Triângulo I:

$$b = 120 \text{ cm e } h = 120 \text{ cm},$$

$$A = \frac{120 \cdot 120}{2} = 7200 \text{ cm}^2$$

Triângulo II:

Usando a fórmula de Heron, segue que $a = 75$, $b = 90$ e $c = 65$, assim:

$$p = \frac{75+90+65}{2} = 115 \text{ cm} \quad (1)$$

$$A = \sqrt{115(115 - 75)(115 - 90)(115 - 65)} = 2397,92 \text{ cm}^2 \simeq 2398 \text{ cm}^2 \quad (2)$$

Triângulo III:

$$b = 500 \text{ cm e } h = 120 \text{ cm},$$

$$A = \frac{500 \cdot 120}{2} = 30000 \text{ cm}^2$$