



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO DO CAMPO  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E MATEMÁTICA PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO**

**MARIA JOSÉ BATISTA DA SILVA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA GEOMETRIA AO DESENVOLVIMENTO  
SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO**

**SUMÉ - PB  
2018**

**MARIA JOSÉ BATISTA DA SILVA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA GEOMETRIA AO DESENVOLVIMENTO  
SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
(modalidade - artigo) apresentado como  
requisito parcial para a obtenção do grau  
de especialista em Ensino de Ciências da  
Natureza e Matemática para a  
Convivência com o Semiárido, pela  
Universidade Federal de Campina  
Grande - UFCG, campus de Sumé -  
CDSA.**

**Orientador: Professor M<sup>c</sup> José Ozildo dos Santos.**

**SUMÉ - PB  
2018**

S586p Silva, Maria José Batista da..  
A contribuição da geometria ao desenvolvimento econômico do  
Semiárido.. / Maria José Batista da Silva. - Sumé - PB: [s.n], 2018.  
24 f.

Orientador: Professor M<sup>e</sup>. José Ozildo dos Santos .

Artigo Científico - Universidade Federal de Campina Grande;  
Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de  
Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática  
para Convivência com o Semiárido..

1. Geometria - aplicação. 2. Sistema de mandala - agricultura.  
3. Semiárido - Desenvolvimento. 4. Contribuições da geometria. I.  
Título.

CDU: 513(045)

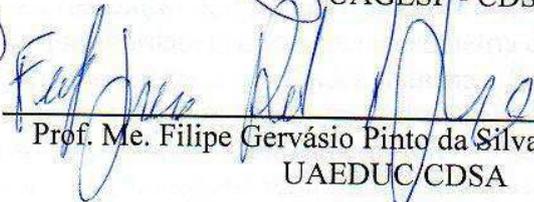
**MARIA JOSÉ BATISTA DA SILVA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA GEOMETRIA AO DESENVOLVIMENTO  
SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO.**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
(modalidade - artigo) apresentado como  
requisito parcial para a obtenção do grau  
de especialista em Ensino de Ciências da  
Natureza e Matemática para a  
Convivência com o Semiárido, pela  
Universidade Federal de Campina  
Grande - UFCG, campus de Sumé -  
CDSA.**

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Doutorando José Ozildo dos Santos - Orientador  
UAGESP - CDSA

  
Prof. Me. Filipe Gervásio Pinto da Silva - Examinador 01  
UAEDUC/CDSA

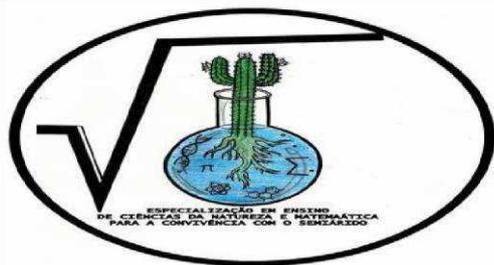
  
Prof. Tony Regy Ferreira da Silva - Examinador 02  
UAEDUC/CDSA

**Trabalho aprovado em: 04 de maio de 2018.**

**SUMÉ - PB**







**Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática para a Convivência com o Semiárido**

**UFCG-CDSA-UAEDUC**

Maio de 2018

Sumé - PB

---

## **A CONTRIBUIÇÃO DA GEOMETRIA AO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO**

Maria José Batista da Silva

[zezinha.mariajosebatista@gmail.com](mailto:zezinha.mariajosebatista@gmail.com)

José Ozildo dos Santos

[joseozildo2014@outlook.com](mailto:joseozildo2014@outlook.com)

### **Resumo**

O presente artigo tem como objetivo geral mostrar o uso da geometria e suas contribuições para o semiárido. Através da presente pesquisa são apresentados vários mecanismos, nos quais a geometria se faz presente, contribuindo de forma significativa para a resolução e/ou amenização de problemas relacionados ao cotidiano do povo do nordestino, principalmente, no que diz respeito à escassez de recursos hídricos, com também ao uso sustentável dos poucos recursos disponíveis. Para a realização deste estudo, promoveu-se uma pesquisa bibliográfica a partir de diversos teóricos, que abordam não somente a geometria com também as contribuições que esta pode dá aos diferentes setores e atividades humanas. Para tanto, procurou-se mostrar com a geometria se faz presente nas principais iniciativas de produção e de melhoria da qualidade de vida da população do semiárido, facilitando o convívio nessa região, a exemplo dos açudes, das cisternas de placas e das barragens subterrâneas, que possibilitam o armazenamento de água e amenizam a situação da escassez de recursos hídricos. Exemplo de iniciativas sustentáveis e práticas agrícolas voltadas para a preservação dos solos também são apresentados neste trabalho, revelando como o semiárido, no decorrer dos anos, buscou colocar em prática estratégia de desenvolvimento local sustentável.

**Palavras-chave:** Geometria. Múltiplas Aplicações. Contribuições. Desenvolvimento do Semiárido.

**UFCG-CDSA-UAEDUC**



**Abstract**

The present article has as general objective to show the use of the geometry and its contributions to the semiarid. The present research presents several mechanisms, in which geometry is present, contributing in a significant way to the resolution and / or mitigation of problems related to the daily life of the people of the northeast, especially with regard to the scarcity of water resources, with the sustainable use of the few resources available. For the accomplishment of this study, a bibliographical research was promoted from diverse theorists, that approach not only the geometry with also the contributions that this can give to the different sectors and human activities. In order to do so, it was tried to show with the geometry it is present in the main initiatives of production and improvement of the quality of life of the population of the semiarid, facilitating the conviviality in this region, like the dams, plate cisterns and underground dams, which make it possible to store water and to alleviate the situation of the scarcity of water resources. An example of sustainable initiatives and agricultural practices focused on soil preservation are also presented in this paper, revealing how the semi-arid region has sought to implement sustainable local development strategies over the years.

**Keywords:** Geometry. Multiple applications. Contributions. Development of the semiarid.

## 1 INTRODUÇÃO

Com aplicação da geometria poderiam ser resolvidas muitas questões na região do semiárido nordestino, a exemplo das construções de cisternas de placas e subterrâneas, barragens subterrâneas e Mandala, o que favorecia a permanência das pessoas em suas comunidades, usufruindo dos recursos de suas localidades e aproveitando de uma forma mais intensa as águas das chuvas da região, evitando, assim, a evaporação.

Deve-se ressaltar que no processo educativo, trabalhar os conceitos geométricos a partir da realidade do meio em que os alunos vivem, passa a ser mais interessante e significativo, servindo como uma alternativa para o ensino de Geometria e o seu uso no cotidiano.

A Geometria é uma parte importante na vida cotidiana dos alunos. E, praticamente em todas as ocupações se usa seus princípios de uma forma ou de outra. Diante disso, acredita-se que seja imprescindível relacioná-la com as atividades diárias das populações do semiárido, bem como apresentando como um suporte para solucionar parte dos problemas vivenciados por essas populações, a exemplo da forma correta de plantio em áreas de declive, da utilização correta da água nos processos de captação e irrigação.

Diante dessas considerações, o presente trabalho tem por objetivo mostrar que a geometria vem sendo utilizada para solucionar vários problemas do cotidiano do homem do campo, no semiárido nordestino.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 HISTÓRIA DA GEOMETRIA

Assim como a Matemática, a Geometria surgiu provavelmente para suprir às necessidades do homem para solucionar seus problemas do cotidiano. O Egito é um exemplo bem claro disso. Os povos egípcios tinham a necessidade de medirem suas terras, construir suas casas, resolver problemas contábeis, etc. (EVES 1997).

A origem da Geometria está intimamente ligada à necessidade dos antigos povos do Egito. No princípio, ela serviu para dividir as terras destinadas à agricultura. Posteriormente, passou a ser utilizada, em observações e previsão dos astros, auxiliando também a medir as

**Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática para a Convivência com o Semiárido -  
UFCG-CDSA-UAEDUC**

mudanças climáticas, que determinavam qual o tempo certo para cultivo de certas culturas (BRAZ, 2009).

Acredita-se que a Geometria tenha surgido há 3000 anos a.C, sendo, por tanto, uma das demonstrações mais antiga. De acordo com PIASESKI (2010), seu significado tem um sentido voltado para a medição de terras, que foi a sua principal finalidade a princípio. Palavra que é de origem grega é formada pelos radicais geo. (terra) + metria (medir).

De acordo com Grandó (2008, p. 7):

Buscando a origem do desenvolvimento da geometria nos primórdios, com o homem primitivo, podemos imaginar que o conhecimento das configurações do espaço, formas e tamanhos tenham se originado, possivelmente, com a capacidade humana de observar e refletir sobre os deslocamentos, com a construção de estratégias de caça e colheita de alimentos, com a criação de ferramentas e utensílios, visando satisfazer suas necessidades básicas. Ao fixar moradia, com a divisão do trabalho, outras necessidades foram surgindo e a produção do conhecimento geométrico se ampliando. A necessidade de fazer construções, delimitar a terra levou à noção de figuras e curvas e de posições como vertical, perpendicular, paralela.

Desta forma, fica evidente que a Geometria surgiu a partir de observações feitas pelo homem do seu espaço, bem como para satisfazer suas necessidades básicas. Assim, a Geometria foi se ampliando, passando a ser utilizada em construções sofisticadas ainda nos tempos antigos. Seu desenvolvimento na modernidade facilitou as construções de casas e monumentos, o que contribuiu para o surgimento das primeiras cidades.

Informa Boyer (1974), que a utilização da geometria em alta escala aprimorou os conceitos geométricos em relação à noção das figuras já que era utilizada em suas demarcações de terrenos e para marcar os limites das propriedades, fazendo com estas absorvessem para isso empregavam cordas para delimitar seus terrenos que eram em forma de quadrados e triângulos.

Assim, percebe-se que mesmo quando os recursos tecnológicos eram inexistentes, os seres humanos eram capazes de realizar atividades que supriam suas precisões, usando suas agilidades e sua intelectualidade.

De acordo com Baldissera (2008), no passado, a Geometria era vista como uma ciência baseada na experiência, onde os resultados eram aproximados, dedutivos. Apesar disso, estes conhecimentos foram utilizados nas construções das pirâmides e templos, no Egito e na Babilônia, respectivamente.

## A CONTRIBUIÇÃO DA GEOMETRIA AO DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO.

*Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática para a Convivência com o Semiárido.*

Maio de 2018.

Apesar de a Geometria ter sido utilizada em outros países, a exemplo da China, Egito e Babilônia, foi com o povo grego que ela tomou um sentido mais sólido, ganhando um aperfeiçoamento extraordinário.

Graça a contribuição de diversos sábios gregos, que revolucionam o mundo com suas descobertas, a Geometria que tem sido um marco dado uma contribuição ao desenvolvimento registrado na humanidade, desde o tempo passado aos dias atuais.

Informa Piasseski (2010), que com o desenvolvimento da agricultura por parte dos babilônios e egípcios, teve-se o primeiro passo para o surgimento da Geometria enquanto ciência.

Na concepção de Eves (1997, p. 3):

O nível mais elevado do desenvolvimento da natureza da geometria pode ser chamado “geometria científica” uma vez que indução, ensaio, erro e procedimentos

empíricos eram instrumentos de descobertas. A geometria transformou-se num conjunto de receitas práticas e resultados de laboratório, alguns corretos e alguns apenas aproximados, referentes a áreas, volumes e relações entre figuras sugeridas por objetos físicos.

Percebe-se que com o desenvolver das atividades, que passaram a exigir mais praticidade por parte dos povos egípcios e babilônicos, houve uma descoberta, E a ampliação registrada na geometria, fez dela algo mais útil ao atendimento das necessidades do ser humano. Com isso, o próprio significado da geometria se expandiu, fazendo com que ela passasse a ser um elemento básico na resolução dos problemas do cotidiano humano.

De acordo com Kallef (1994, p. 19):

Foi da necessidade do homem em compreender e descrever o seu meio ambiente (físico e mental), que as imagens, representadas através de desenhos, foram lentamente conceitualizadas até adquirirem um significado matemático, na Geometria e uma forma, nas artes.

As representações dos desenhos que o homem utilizava para identificar seu espaço foram sendo interpretadas e dando um significado à Geometria, que sempre teve muita

importância para a humanidade. As pirâmides é um exemplo bem concreto de como os egípcios apropriaram-se dos conceitos geométricos e ergueram uma das maiores obras vista pela humanidade.

Entre os matemáticos gregos, alguns alcançaram destaque e contribuíram para o desenvolvimento da geometria ao longo da historia. Entretanto, não existem registros anteriores a Euclides, Arquimedes e Apolônio.

Ramos (2011) afirma que o que consta é apenas um pequeno fragmento de Hipócrates e ainda um resumo que teria sido por ele elaborado, onde comenta uma obra que se refere à de Euclides, intitulada “Elemento”, datado no século V a.C. Esse resumo foi durante dois milênios utilizados nas escolas. Por isso Euclides ficou conhecido como o “pai da Geometria”. Já Tales de Mileto ficou conhecido como um percussor que, por ventura, levou a geometria para Grécia, importando-a do Egito.

Outro ilustre que contribui para grandes descobertas da Geometria foi Pitágoras, que teria criado o teorema sobre o triângulo-retângulo e que recebeu o seu nome.

De acordo com Brito e Filho (2006, p. 32):

Pitágoras deu nome a um importante teorema sobre o triângulo-retângulo, que inaugurou um novo conceito de demonstração matemática. Enquanto a escola pitagórica do século VI a.C. constituía uma espécie de seita filosófica, que envolvia em mistério seus conhecimentos, os "Elementos" de Euclides representam a introdução de um método consistente que contribui há mais de vinte séculos para o progresso das ciências.

Com base na citação acima, a descoberta de Pitágoras em relação ao teorema foi um inicio de revelação para a matemática, enquanto que por outro lado os “Elementos” de Euclides oferecem um indiscutível aporte para as ciências.

Segundo Lima (2013) Euclides teria planejado minuciosamente cada capítulo de seu livro, reunindo todas as informações que tinha, revelando um conjunto de propriedades. Em seguida, organizou de maneira que seguisse logicamente trazendo todas as provas necessárias.

Vale ressaltar que Euclides fez suas terminações em primórdios geométricos com as cinco noções comuns que não determinam nenhuma comprovação. Foi assim que surgiram os três conceitos da geometria euclidiana.

Gurovitz (2003) destaca que Pitágoras afirmava que o mundo era resultado de formas geométricas perfeitas. Quatro deles [hexaedro, tetraedro, octaedro e icosaedro] seriam constituintes dos supostos quatro elementos: terra, fogo, ar e água.

Já para Platão os cinco sólidos geométricos comparando-os aos elementos do universo seriam a elucidação de tudo e que cada um representava os elementos do universo, de forma que o cubo seria a terra, o tetraedro o fogo, o octaedro o ar, o icosaedro a água e o dodecaedro seria o elemento que permeava todo o universo.

Diante de todos os atributos referentes à geometria, Gerdes (1992, p. 17) completa as idéias sobre a origem de conceitos geométricos elementares como ciência afirmando que:

Geometria nasceu como uma ciência empírica ou experimental. Na confrontação com o seu meio ambiente o homem da Antiga Idade da Pedra chegou aos primeiros conhecimentos geométricos. O processo da aquisição pelo trabalho de imagens abstratas das relações espaciais entre os objetos físicos e as suas partes decorreu primeiro, de uma forma extremamente lenta. Depois de ter sido reunido suficiente material factual respeitante às formas espaciais mais simples, tornou-se possível, sob condições sociais especiais, como, por exemplo, no Egito antigo, Mesopotâmia e China, sistematizar consideravelmente o material factual recolhido. Com isso começou a transformação da geometria de uma ciência empírica numa ciência matemática [...].

A geometria surgiu sem caráter científico onde era colocada mais em confrontação entre os seres humanos e seu mundo. Contudo, no decorrer dos tempos começou a sua transformação e evolução.

## 2.2 A EVOLUÇÃO DA GEOMETRIA

A Geometria surgiu para resolver as praticidades do cotidiano dos povos antigos. E foi evoluindo com decorrer dos anos, tornando-se essencial para a humanidade. Em seus primórdios, ela era voltada para geometria espacial. Somente com o Renascimento<sup>1</sup> foi que ganhou uma nova dimensão, graças aos trabalhos desenvolvidos por Leonardo Fibonacci e por Joannes Kepler. Este último, autor do livro ‘Steometria’, abordando o cálculo do volume.

MANDELBROT (2008)

Em 1669 o físico Inglês Isaac Newton desenvolveu o cálculo diferencial e integral, o que tornou possível calcular a área e o volume de qualquer figura geométrica, independente de

---

<sup>1</sup> **Renascimento** ou Renascença é o período de transição entre a Idade Média e a Idade Moderna, que ocorreu principalmente na Itália, e se alastrou por toda a Europa. Importantes acontecimentos artísticos e culturais marcaram esse momento, e invadiram o ocidente do século XV. O desenvolvimento das artes, da ciência, da economia e da política fez adormecer na eternidade os pensamentos medievais.

sua forma. Antes disso, os cálculos se limitavam a descoberta de formulas diferente para cada tipo de figuras. MANDELBROT (2008)

Posteriormente, outras contribuições foram registradas. Após o Renascimento, um dos grandes nomes que fez história na Geometria foi René Descartes, filósofo, matemático e físico, percussor da geometria analítica.

Segundo Eves (2003), Descartes teria dado início à geometria analítica ao observar uma mosca:

O estalo inicial da geometria analítica teria ocorrido a Descartes ao observar uma mosca que caminhava pelo forro de seu quarto, junto a um dos cantos. Teria chamado a sua atenção que o caminho da mosca sobre o forro poderia ser descrito se, e somente se, a relação ligando as distâncias dela às paredes adjacentes fosse conhecida.

Essa descoberta de Descartes contribuiu para que se pudesse identificar o ponto no plano cartesiano. É bom frisar que foi ele quem criou o sistema de coordenadas, conhecido como o plano cartesiano. Descartes publicou o livro ‘A Geometria’, no qual estabelece uma ligação entre fórmulas e figuras, ou seja, como pode existir uma ligação entre uma figura e uma equação ou vice-versa.

No século XIX, o matemático alemão Carl Friedrich Gauss inovaria ainda mais a geometria, estabelecendo as bases para a futura teoria da relatividade proposta por Albert Einstein no século seguinte. Gauss não via, a princípio, razão alguma para imaginar o espaço em linhas retas, como se fazia na época de Euclides (LOUREIRO; PIMENTEL, 2009).

Gauss deu subsídios importantíssimos para a astronomia, à geodésia e à eletricidade. Estas contribuições foram importantíssimas para o desenvolvimento de várias áreas da astronomia. “A obra de Graus é vasta e lhe rendeu o título de ‘príncipe da matemática’”. A partir do século XX, os estudos em torno da geometria se intensificaram e suas contribuições são inúmeras em especial nas arquiteturas onde podemos observar os diversos traços geométricos.

Para Calatrava (2002, p. 63):

[...] a geometria é fundamental para entender arquitetura. Meu trabalho é feito por meio da geometria. No mundo da arquitetura, a linguagem geométrica é tão importante quanto à linguagem estrutural. As duas são importantes meios de inspiração para mim, junto com as propriedades dos materiais e o mundo da natureza.

Através da geometria é possível compreender a arquitetura e é através da mesma que esta última retira sua inspiração. Quando se observa as obras arquitetônicas, é possível visualizar os múltiplos traços geométricos, que engrandecem os grandes trabalhos, transformando as obras nas grandes maravilhas existentes.

A Geometria não é um elemento limitador ou castrador da atividade criativa e sim um poderoso aliado, desde que conhecido e dominado. No século XX, a geometria é retratada em diversos aspectos, mas é nas obras e arquiteturas em especial que ela se destaca mais, principalmente a geometria plana (FELIX; AZEVEDO, 2015).

Quando se analisa, por exemplo, as obras de Oscar Niemeyer, pode-se observar a simetria, as formas geométricas, curvas, retas, retas paralelas e perpendiculares, entre outros aspectos. Os quadros também oferecem um material rico no que diz respeito aos conceitos geométricos. Nas obras do pintor Alfredo Volpi, pode-se observar a harmonia das formas e cores utilizadas pelo artista (FELIX; AZEVEDO, 2015).

### 2.3 A GEOMETRIA NA ATUALIDADE

A evolução da geometria ampliou sua dimensão e demonstra a grandeza de sua utilidade que estar presente em diversos setores na arquitetura, artes, astronomia, agricultura, etc. Desta forma, percebe-se que de várias formas ou em diferentes atividades se utiliza a geometria cotidianamente.

Segundo Tahan (1988, p. 39-40):

A geometria existe por toda parte. Procure observar as formas regulares e perfeitas que muitos corpos apresentam. As flores, as folhas e incontáveis animais [...] A abelha constrói seus alvéolos com forma de prismas hexagonais e adota essa forma geométrica, segundo penso, para obter a sua casa com a maior economia possível de material.

Essa esclarece de como a geometria está presente em todos os espaços desde as coisas mais simples da natureza a mais bela obra arquitetônica. No meio rural a geometria se faz presente em diversos setores o que colabora para a elaboração de diversas atividades desde a medição dos seus terrenos, suas áreas designadas para plantios e seus cercados onde criam animais, nas construções das cisternas de placas e de calçadão, de barragens subterrâneas, tanque de pedra, hortas, plantio de curva de nível e muitos outro, onde respaldaremos no próximo capítulo nas discussões e análises.

Para os Parâmetros Curriculares Nacional (BRASIL, 1998, p. 51):

A geometria está presente em tudo ao nosso redor, por isso ela deve ser explorada a partir dos objetos do mundo físico, sejam por meio da análise dos elementos geométricos presentes nas pinturas, desenhos, escultura artesanato de modo que o aluno estabeleça conexões com outras áreas do conhecimento.

É notório que, na maioria das vezes as pessoas não conectam o mundo físico que convivemos com os elementos geométricos bem como suas utilizações, quanto mais intensificamos o conhecimento em torno da geometria teremos mais lucidez de sua eficácia em resolução de diversos aspectos de nossas vidas. Nos dias atuais, a geometria é um componente essencial para a construção da cidadania. Pois, a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e tecnológicos, e isso tem tudo a ver com a geometria.

## 2.4 A UTILIZAÇÃO DA GEOMETRIA EM ATIVIDADES PARA A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Várias são as formas, através das quais a geometria pode ser utilizada na promoção do desenvolvimento regional do semiárido, com destaque, principalmente, para as mandalas, o cultivo em curva de nível, a construções de açudes, o processo de silagem (de forragem e de alimentos).

Desta forma, nos subitens a seguir será feita uma pequena abordagem sobre a utilização da geometria nesse cenário, oportunidade em que também será demonstrada a contribuição dos mecanismos e cenários, cuja construção requer a utilização dos conhecimentos geométricos.

### 2.4.1 Mandalas

A tecnologia das Mandalas é recomendada para regiões de baixos índices pluviométricas. Com base nessa tecnologia criou-se um sistema de irrigação utilizado para se economizar água e proporcionar baixo índice de evaporação, já que é muito alto na região (MARTINS, 2012).

Essa nova tecnologia de desenvolvimento sustentável trouxe implicações diretas na exploração dos recursos naturais e no equilíbrio socioambiental. As mudanças exigidas para a preservação do meio ambiente relacionadas à produção agrícola deverão privilegiar as relações do homem com o campo e o meio ambiente, trazendo benefícios à comunidade rural, pois, o que se percebe na agricultura convencional é uma lucratividade que traz, como uma de suas

**Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática para a Convivência com o Semiárido - UFPG-CDSA-UAEDUC**

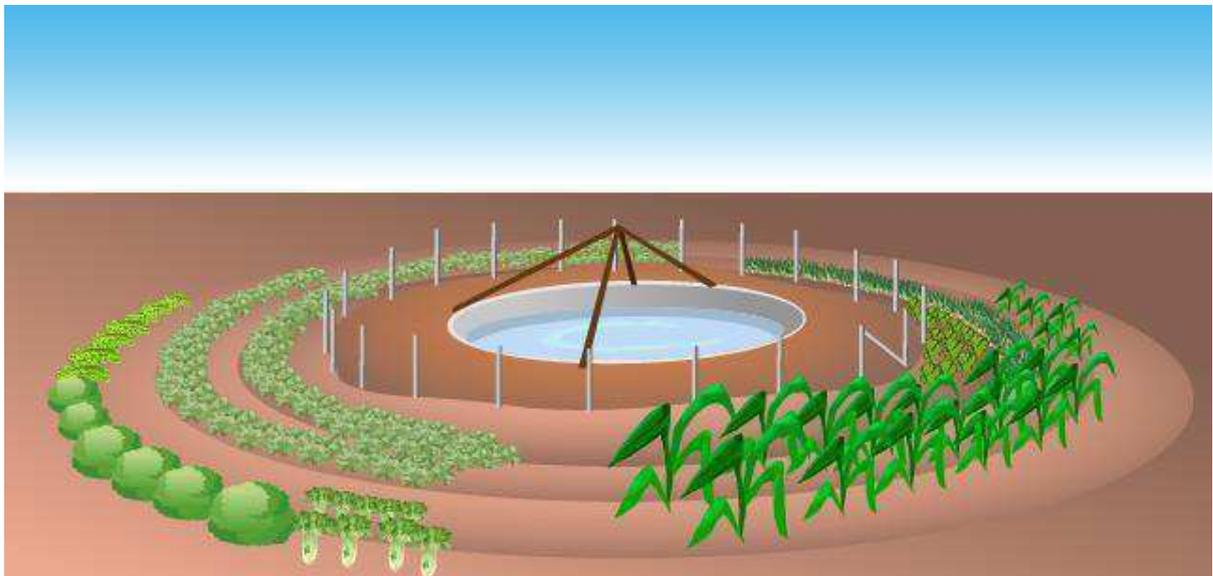
consequências, a disparidade econômica e social entre os produtores diferente da agricultura familiar (MARTINS, 2012).

Ressalta Pessoa (2001), que esse sistema alternativo para agricultura visou à diminuição do desperdício de água na irrigação das plantações, especialmente em regiões atingidas pela seca. E, que sua origem está voltada para a subsistência de famílias, principalmente, em regiões com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

É importante destacar que sistema Mandala desempenha um papel importante no semiárido, garantindo à atividade agrícola, provendo a sustentabilidade econômica.

A Figura 1 mostra como se apresenta uma ‘Mandala’, comumente construída no semiárido paraibano.

**Figura 1 - Aspectos de uma Mandala**



**Fonte:** Pessoa (2001).

Por outro lado, a construção de uma Mandala envolve a aplicação prática a geometria. Em uma Mandala, tudo é arredondado. Por meio de linhas de drenagem, a água escorre para o meio e é receptada para o sistema diferente da agricultura convencional, onde é barrada para evitar a erosão do solo.

**Figura 2 - Aspectos de uma Mandala**



**Fonte:** Núcleo Mandala

De acordo com Medeiros et al., (2012), essa tecnologia diferencia-se por sua produção ser em sistema de círculos, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de pequenos agricultores permitindo o aproveitamento máximo da água e da terra, utilizando adubo orgânico, não usa agrotóxico e respeita as características da comunidade local sendo ideal para a agricultura familiar.

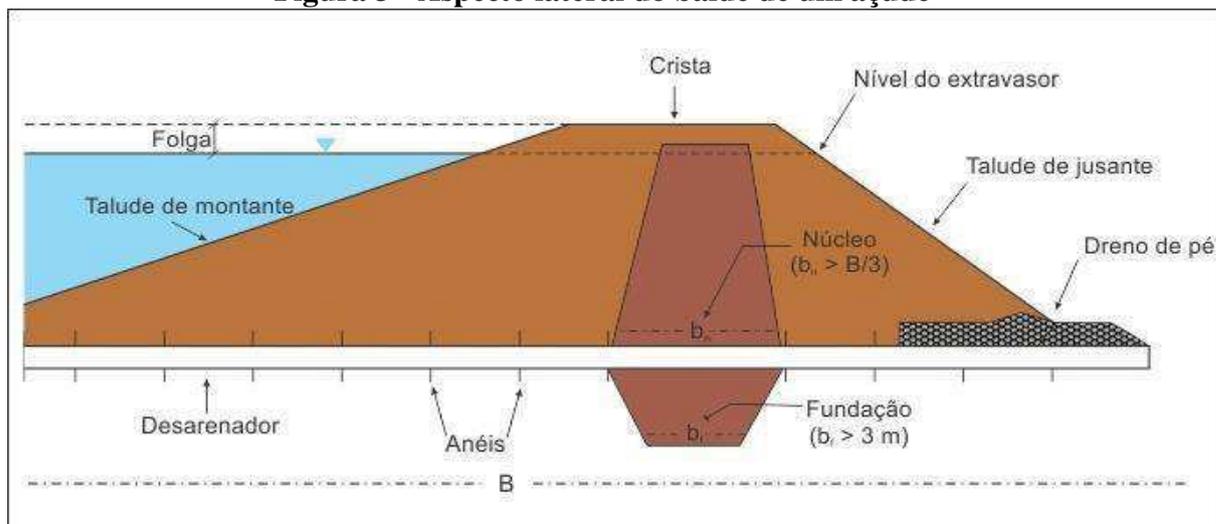
Na prática, uma Mandala é um conjunto de círculos circunscritos interligados, de forma que a água destinada à irrigação é depositada em um pequeno círculo no centro do conjunto, e, redistribuída para partir deste, evitando o desperdício e proporcionando um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

#### **2.4.2 A geometria auxiliando no represamento das águas no semiárido paraibano**

No nordeste brasileiro é muito comum a presença de pequenos, médios e grandes açudes, destinando ao abastecimento das cidades. Contudo, esses reservatórios não somente armazenam água para o consumo humano. No meio rural, além de se destinarem a suprirem as necessidades do homem, esses reservatórios também servem para irrigarem plantações e para alimentarem os bebedouros dos animais.

A construção de um açude, por menor que seja também exige a aplicação de conhecimentos geométricos. Um açude possui duas faces laterais e inclinadas, paralelas ao eixo do maciço. A Figura 3 mostra como um açude ou reservatório d'água é construído no semiárido paraibano.

**Figura 3 - Aspecto lateral do balde de um açude**



**Fonte:** Veras et al. (2014).

Explica Veras et al. (2014), que no açude, o talude de montante é o lado que fica em contato com água, e, jusante, o do outro lado, sem contato com a água. E, que o talude de montante deve ser mais inclinado que o de jusante, para permitir a maior estabilidade do aterro.

Pelo demonstrado, constata-se que um projeto de construção de um açude envolve, ou melhor, requer um amplo conhecimento da geometria, que é aplicado pela Engenharia Civil. O formato trapezoidal visto no corte lateral, constitui um fator determinante para a resistência do balde que será utilizado para represar as águas.

### 2.4.3 As curvas de nível e a contribuição da geometria à agricultura

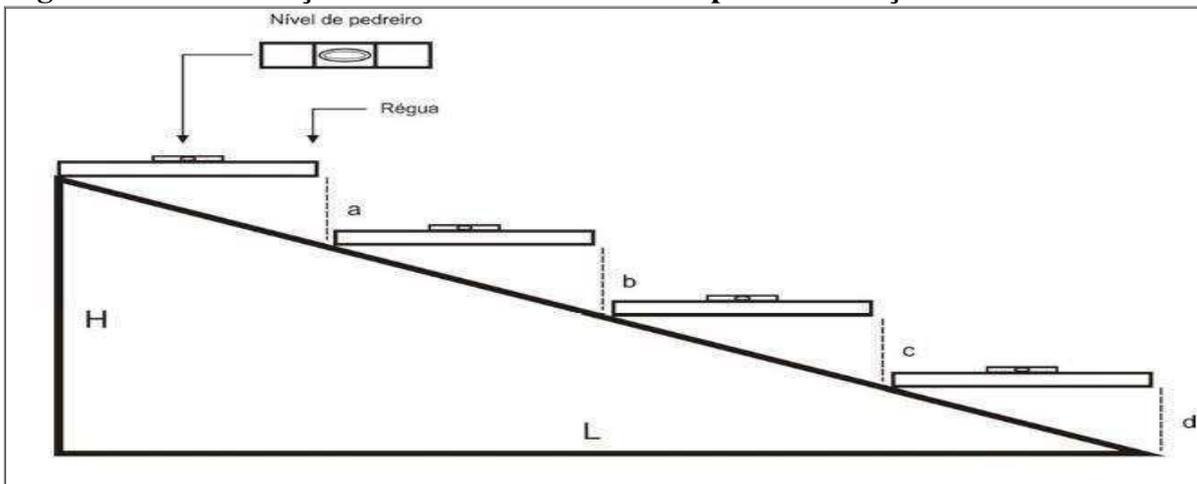
Várias são as iniciativas onde a geometria é utilizada como ferramenta contributiva ao desenvolvimento da agricultura. Uma das elas é a curva de nível.

De acordo com Macedo; Capeche e Melo (2009), as curvas de nível são linhas que ligam pontos de mesma altitude na superfície do terreno.

Na agricultura, para a construção das chamadas curva de nível é fundamental a determinação da declividade do terreno. A partir dessa informação é traçado, em planta específica, o traçado das curvas de nível, que será transportada para o terreno.

A Figura 4 mostra como é determinada a declividade do terreno para um projeto de construção de curvas de nível.

**Figura 4 - Determinação da declividade do terreno para a definição das curvas de nível**



**Fonte:** Macedo; Capeche e Melo (2009).

É importante ressaltar que o intervalo entre curvas de nível é a diferença de altitude (ou cotas) entre duas curvas consecutivas. E, que esse intervalo deve ser constante em uma mesma representação gráfica. Outra informação útil a acrescentar em relação às curvas de nível é o fato de que as água pluviais correm perpendicularmente àquelas. Isto porque esta direção é a de maior declividade, produzindo uma menor perda de energia.

A Figura 5 mostra o processo de construção de uma curva de nível na região semiárido do nordeste brasileiro.

**Figura 5 - Processo de Construção de uma curva de nível**

**Fonte:** <http://projetobarraginhas.blogspot.com.br/2016/08/barraginhas-e-curvas-de-nivelcom.html>

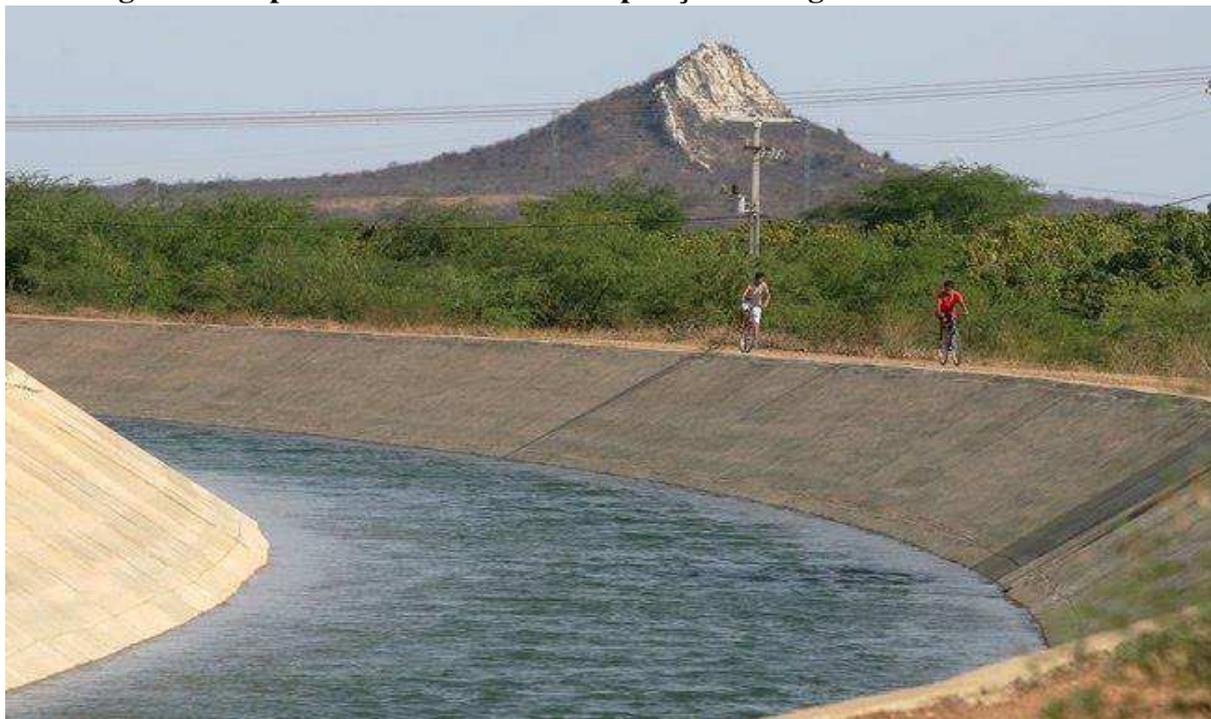
Na região do semiárido, as curvas de nível exercem várias funções. A primeira delas é evitar a erosão dos solos já pobres e desprotegidos com as águas das chuvas. A segunda, é contribuir para alimentar o lençol freático, visto que serve como instrumento para armazenar a água da chuva que escorre em virtude da declividade do terreno. Essa água é empossada e mediante um processo natural de infiltração passa a alimentar o lençol freático, mantendo mais úmido o solo, tornando-o mais propício ao desenvolvimento das culturas.

#### **2.4.4 A transposição do São Francisco e a visibilidade da aplicação da geometria**

A transposição do São Francisco é um projeto de integração do Nordeste, que trará uma grande contribuição ao desenvolvimento socioeconômico da região, como também servir para reduzir, de forma significativa, o problema da falta de água, que afeta uma significativa parcela das populações interioranas dos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.

Em um determinado ponto do curso do referido rio, a água é desviada, através de um canal. Explica Lanna (2015), que esse canal é do tipo convencional de seção trapezoidal, com greide inclinado e bermas na horizontal, trecho a trecho entre comportas, projetado para atendimento em tempo real aos usuários.

**Figura 6 - Aspectos do Canal da Transposição das Águas do São Francisco**



**Fonte:** [www.jornaldaparaiba.com.br](http://www.jornaldaparaiba.com.br).

Dito com outras palavras trata-se de mais um caso de aplicação da geometria em benefício do semiárido nordestino, com reflexos diretos na Paraíba, visto que vários municípios serão beneficiados com essa grande iniciativa.

O formato do canal, que possui uma seção trapezoidal, facilita o escoamento da água com também facilita do acesso a esse líquido. No caso da Paraíba, as águas do São Francisco, possuem, até o momento, um único destino: o Açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, que é o responsável pelo abastecimento de Campina Grande e de mais de vinte outras cidades do Cariri, Seridó e região da Borborema.

É importante destacar que, o canal da transposição atenderá a uma série de atividades desenvolvidas ao longo de sua área de influência.

#### **2.4.5 A geometria na construção dos silos para forragem**

O silo trincheira é um dos mais conhecidos no processo de ensilagem e aquele que promove o melhor armazenamento da forragem. Os terrenos mais inclinados facilitam sua construção.

Explicam Carvalho et al. (2005), que o tamanho do silo é calculado com base no consumo diário médio de 15 a 20 kg de silagem por animal adulto semi confinado e de 30 kg em confinamentos exclusivos e também no período de suplementação. Esse silo apresenta em média uma densidade do material ensilado da ordem de  $550 \text{ kg/m}^3$  e perdas médias de 10%.

A Figura 7 mostra o processo de silagem em um silo de trincheira.

**Figura 7 - Silo de Trincheira**



**Fonte:** Carvalho et al. (2005).

Geralmente recomenda-se o revestimento das paredes e pisos do silo trincheira, por proporcionar o armazenamento mais apropriado da forragem e por evitar maiores perdas por infiltração das águas de chuvas.

Os revestimentos das paredes e pisos devem ser feito com materiais de boa qualidade, resistentes a ação do tempo e a trepidação gerada por tratores compactadores e carretas transportadoras de forragens. Uma prática comum nos silos trincheira de maior capacidade é a adoção de rampas de entrada e saída, para facilitar o carregamento e a compactação.

#### **2.4.6 A geometria presente nas construções do semiárido**

O semiárido possui diversos fatores que faz desta região ser considerada a mais pobre do Brasil, são vários os problemas existentes que poderíamos elencar, mas, o que mais castiga essa região são os períodos extensos de estiagem o que torna a escassez de água nos estados nordestinos um desafio para os gestores durante décadas. Na maioria das vezes a falta de água de boa qualidade para o consumo humano é apontada como responsável pelo desequilíbrio social agrário mantendo em condições miseráveis milhares de pessoas que vivem principalmente na zona rural, com isso milhares migraram para as cidades o que intensificou o problema com outro que foi o desajuste social.

Uma das alternativas para amenizar e solucionar o problema da falta de chuva foi investir em alta escala nas captações de água já que existem períodos em que temos chuvas, para isso foi necessário políticas publicas que levassem para as comunidades rurais uma solução. Nesta situação as cisternas foi uma alternativa, onde cada casa das comunidades passou a ter sua cisterna para que pudesse assegurar água para o consumo humano o ano inteiro.

O armazenamento das chuvas é fundamental para sobrevivência do homem do semiárido, por um longo período esta pratica de construção de cisternas era pouco difundido entre os agricultores o principal motivo era a falta de recursos já que as construções das mesmas são de alto custo o que dificultava para o homem do campo. Algumas organizações não governamentais a exemplo da ASA também deram apoio para construção das mesmas. A ASA é um dos órgãos que mais leva apoio as comunidades do semiárido.

Para que pudessem ser construídas as localidades que recebiam as cisternas passam por uma capacitação entre os moradores e pedreiros, em coletividade passam a construir no início as cisternas eram de placas como mostra a imagem abaixo:

**Figura 8 - Aspectos das cisternas do semiárido**

**Fonte:** Blog das cidades

As cisternas de placas possuem dois formatos em sua cobertura a forma de um cilindro e a de um cone, mas ambas tem a mesma estrutura de um cilindro em seu formato e em sua base e com capacidades de  $16\text{m}^3$  ou  $21\text{m}^3$  a capacidade de litros depende do telhado da casa, por exemplo, uma cisterna de 16000mil litros terá que possui um telhado de  $33\text{m}^2$ .

A água das cisternas de volume de  $16\text{m}^3$  serve para o consumo humano por um período em média de seis meses. Em todas as construções verifica-se a presença da geometria que na maioria das vezes não é percebido pelo os agricultores por falta de conhecimentos científicos, mas, que é bem representada pelos os seus conhecimentos populares.

Um exemplo é a cisterna-calçadão, que se trata de uma tecnologia que capta a água de chuva por meio de um calçadão de cimento construído sobre o solo, com aproximadamente  $220\text{m}^2$ . Com essa área,  $300\text{mm}$  de chuva são suficientes para encher a cisterna, que tem capacidade para 52 mil litros.

O calçadão também é usado para secagem de alguns grãos como feijão e milho, raspa de mandioca, entre outros. A água captada é utilizada para irrigar quintais produtivos, plantar fruteiras, hortaliças e plantas medicinais, e para criação de animais.

A Figura 9 mostra como são construídas as cisternas de calçadão, que tem tendo um

uso muito frequente no semiárido nordestino.

**Figura 9 - Cisterna de calçada**



**Fonte:** Eduardo Queiroz

Como se podem observar, essas cisternas o seu volume é bem maior o que facilita nos plantios de hortaliças e diversos alimentos, para o consumo e venda. Elas têm em suas calçadas um formato de um retângulo, que apresenta medidas de 10 metros por 21 metros, totalizando uma área de  $210\text{m}^2$  de calçada, onde a água é captada e vai para cisterna, que fica totalmente subterrada. Esta, possui o mesmo formato da cisterna de placa, ou seja, é um cilindro com uma capacidade de  $52\text{m}^3$ .

#### 2.4.7 Barragem subterrânea

É construída em áreas de baixios, córregos e riachos que se formam no inverno. Sua construção é feita escavando-se uma vala até a camada impermeável do solo, a rocha. Essa vala é forrada por uma lona de plástico e depois fechada novamente. Desta forma, cria-se uma

barreira que “segura” a água da chuva que escorre por baixo da terra, deixando a área encharcada.

As Figuras 10 e 11 apresentam o processo de construção de uma cisterna subterrânea, no semiárido nordestino.

**Figura 10 - Processo de Construção de uma barragem subterrânea**



**Fonte:** <http://agorarn.com.br/regionais/emater-realiza-dia-de-campo-sobre-barragens-emlagoa-de-velhos/>

**Figura 11 - Processo de Construção de uma barragem subterrânea**



Fonte: <http://nordesterural.com.br/semiarido-sofre-menos-com-a-seca-investindo-embarragem-subterranea/>

A Figura 12 mostra a realidade do semiárido mudada em uma área onde existe uma barragem subterrânea, cujas plantações contrastam com a vegetação em volta.

**Figura 12 - Benefícios proporcionados pela Construção de uma barragem subterrânea**

**Fonte:** <http://www.cbhbanabuiu.com.br/relatorios/capacitacao-tecnica-sobre-as-praticas-deconvivencia-com-o-semiarido-atraves-do-prodham-aplicada-no-distrito-de-iguacu-emcaninde-no-estado-do-ceara/>

Pelo demonstrado, a barragem subterrânea em sua totalidade serve como apoio para as plantações dos agricultores, que fazem seus plantios nas áreas de circunscritas. Uma das vantagens dessas barragens é que por serem subterrâneas, não evaporam tanto nos períodos quentes como as barragens comuns. Diante disso existe um reaproveitamento maior dos recursos hídricos. Em média, no semiárido, a maioria das barragens e açudes, tem uma evaporação que pode variar entre 7% a 10% e o mais impressionante é que quanto menor o açude maior é o índice de evaporação.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões propostas neste trabalho tiveram a intenção de mostrar as contribuições da geometria relacionadas ao desenvolvimento do semiárido, como vem sendo usada para resolver diversos problemas do homem do campo, pondo em prática o resgate do potencial desta região com estratégia de desenvolvimento local.

No decorrer desta pesquisa evidenciou-se que a região do semiárido tem buscado alternativas para superar os períodos de estiagens, que é um dos maiores problemas. Pode-se perceber que a escassez da água é um fator preocupante na região e se constitui em um problema que tem sido amenizado com as construções de diversas cisternas, barragens e açudes.

Apesar da maioria das pessoas que habitam o semiárido não terem conhecimento científico expressivo, elas conseguem aplicar a geometria de forma coerente em suas construções como as barragens subterrâneas, os plantios com curva de nível, as Mandalas e os silos, o que favorece uma melhor qualidade de vida na região.

Diante das demonstrações apresentadas, ficou perceptível que a geometria tem sido cada vez mais utilizada em diversos setores do semiárido, favorecendo uma boa parte da população, mostrando que a convivência com a seca no semiárido é possível.

É importante destacar que o uso da geometria tem sido cada vez mais aperfeiçoado, com ações direcionadas no desenvolvimento dos sujeitos. E, que várias instituições públicas e do terceiro setor têm promovido um processo educativo na região, favorecendo o saber local, estimulando o homem do campo a desenvolver práticas agrícolas mais sustentáveis e a fazer uso do conhecimento geométrico para amenizar os fatores que limitam o desenvolvimento local.

**REFERÊNCIAS**

- BALDISSERA, A. **A geometria trabalhada a partir da construção de figuras e sólidos geométricos** (2008). Disponível in: [http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos.\\_baldissera.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos._baldissera.pdf). Acesso: 10 nov 2017.
- BOYER, Carl. B. **História da matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. 3 ed.- Brasília: MEC, 1998.
- BRAZ, F. M. **História da geometria hiperbólica**. Monografia (Especialização em Matemática para Professores da Universidade Federal de Minas Gerais). Belo Horizonte: UFMG, 2009.
- BRITO K. L. V.; OLIVEIRA FILHO, J. B. **O aprendizado da geometria contextualizada no ensino médio**. São Paulo: UNESP, 2006.
- CALATRAVA, S. **Conversa com estudantes**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002
- CARVALHO, D. O. et al. **Sete passos para uma boa ensilagem de milho**. Brasília: EMBRAPA, 2015.
- EVES, H. **Geometria: Tópicos de história da matemática para uso em sala de aula**. São Paulo, Atual, 1997.
- FELIX, E.; AZEVEDO, A. J. Geometria: como trabalhar os conceitos geométricos nas series iniciais do ensinofundamental. **Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP**, v. 2, n. 3, p. 115-121, 2015.
- GERDES, P. **Sobre o despertar do pensamento geométrico**. Curitiba: UFPR, 1992
- GRANDO, C. M. **Geometria: espaço e forma**. Chapecó: Uno Chapecó/CEADE, 2008.
- GUROVITZ, H. A chave de tudo. **Revista superinteressante**, fev., 2003.
- KALEFF, A. M. Tomando o ensino da Geometria em nossas mãos... **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, n. 1, v. 2, 1994.
- LANNA, A. E. **A transposição do São Francisco e a economia dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2015.
- LIMA, G. F. C. et al. **Reservas forrageiras estratégicas para a pecuária familiar no semiárido: palma, fenos e silagem**. Natal: EMPARN, 2010.

LIMA, J. G. **O uso das tecnologias na educação e o software geogebra como ferramenta na aplicação da geometria em sala.** Monografia (Licenciatura de Matemática). Goiânia: Universidade Estadual de Goiás, 2013.

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água.** Niterói: EMBRAPA/Programa Rio Rural, 2009.

MARTINS, R. K. O sistema mandala de produção de alimentos: uma estratégia para o desenvolvimento da agricultura familiar. XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Uberlândia- MG 15 a 19 de outubro de 2012. **Anais.**

MALBA, T. **O homem que calculava.** 46 ed. Rio de Janeiro: Record, 1998.

MEDEIROS, L. R. de, et al. Sistema integrado de produção agrícola em forma de mandalas: um estudo de caso da Associação dos Produtores e Produtoras Rurais da Agricultura Familiar do Município de Tomé-Açu (APRAFAMTA). VII CONNEPI 2012. **Anais.**

PESSOA, W. **Tecnologia de Mandalas:** implantação e manejo. João Pessoa: Agência Mandalas, 2001.

PIASESKI, C. M. **A geometria no ensino fundamental.** Monografia (Licenciatura em Matemática). Campos de Erechim-RS: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2010.

RAMOS, F. P. Espaço e forma: Vivência com quantidades e dimensões. **Revista online para entender a história**, v. 2, p. 5-11, 2011.

SALIN, E. B. Geometria espacial: a aprendizagem através da construção de sólidos geométricos e da resolução de problemas. **Revista de Matemática**, v. 8, n. 2, p. 261-274, 2013.