UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL

EM MATEMÁTICA – PROFMAT

FÁBIO MOSER

APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA E ESTATÍSTICA À CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO PLUVIÔMETRO TIPO PET

VILA PAVÃO – ES

2013

FÁBIO MOSER

APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA E ESTATÍSTICA À CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO PLUVIÔMETRO TIPO PET

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação PROFMAT do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Rosado Filho

Vila Pavão – ES

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Centro de Ciências Exatas

Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT

"Aplicação de Conceitos de Geometria e Estatística à Construção e Utilização do Pluviômetro Tipo Pet"

Fábio Moser

Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado Profissional submetida ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovado em 09/04/2013 por:

Moacir Rosado Filho - UFES

Florêncio Ferreira Guimarães Filho - UFES

Miriam del Milagro Abdón – UFF/RJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e me protegido ao logo dos anos de minha vida.

Agradeço a minha esposa Lucilene pelo apoio, paciência e compreensão que teve comigo suprindo minha falta junto aos nossos filhos Mirella e Anthony.

Agradeço e peço desculpas aos meus filhos Mirella e Anthony por ter ficado ausente várias vezes ao longo desses dois anos.

Agradeço ao meu Orientador Moacir Rosado Filho pela sua dedicação à sua profissão e de nunca ter medido esforços para melhorar esse trabalho.

Agradeço ao Professor Florêncio Guimarães pela sua dedicação apresentada aos seus alunos atendendo gentilmente a cada um conforme suas necessidades.

“Mão que foi feita pro cabo da enxada acha a caneta muito pesada e quem não teve prazo dum estudozinho regular quando era menino, de velho é que não aprende mais, aprende? Pra quê? Por que eu vou dizer uma coisa pro senhor: pra quem é como esse povo de roça o estudo de escola é de pouca valia, por que o estudo é pouco e não serve pra fazer da gente um melhor. Serve só pra gente seguir sendo como era com um pouquinho de leitura (...)”. Antonio Cícero – “Ciço”, agricultor familiar residente no sul de Minas Gerais. In: BRANDÃO, C.R.”A questão política da educação popular”.

Resumo

Este trabalho tem por finalidade apresentar a contextualização de conceitos de Geometria e Estatística aos alunos das 3as séries do Ensino Médio do município de Vila Pavão – ES. Para tanto, partiu-se da construção de um pluviômetro tipo pet em sala de aula, bem como a construção e interpretação de gráficos da distribuição de chuvas em cada mês do ano nesse município no período compreendido entre janeiro de 1994 e dezembro de 2012. Considerando que a maioria dos alunos que estão concluindo o Ensino Médio reside na zona rural desse município, a finalidade desse trabalho é que os alunos utilizem e divulguem essas informações nas propriedades onde residem e façam dessas uma previsão mais concisa sobre a distribuição da chuva ao longo dos meses. Pretende-se dessa forma ensinar Geometria e Estatística de maneira contextualizada aplicando esses conteúdos em problemas locais no município de Vila Pavão – ES contribuindo assim para dar significado prático a esses conteúdos matemáticos.

Palavras-chave: contextualização; Geometria; pluviômetro, gráficos.

Abstract

This report has the subject of presenting the contextualization of concepts of Geometry and Statistics for the third level college students from Vila Pavão city – Espírito Santo. Was begun from the construction of a plastic pluviometer in class, also the construction and interpretation of grafics for the distribution of rain in each month of the year in this city, through the period from January of the year 1994 to December of the year 2012. Considering that most part of the students concluding college live in the countryside of this city, the intention of this report is that the students use this information and make them spread on the farms they live and have a concise forecast about the distribution of rain throughout the months. By this way we want to teach Geometry and Statistics in a contextualizated form using these contents in local problems of Vila Pavão city – Espírito Santo, so contributing to give practical meaning to these mathematical issues.

Key-words: contextualization; Geometry; pluviometer; graphics.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO

O ensino da matemática na educação básica tem sido um grande desafio para educadores que tem como premissa uma aprendizagem sem “decoreba”, em que fórmulas e conceitos fazem realmente sentido para o aluno, e que ele consiga aplicar em seu cotidiano esses conceitos e aprendizagens.

A incoerência entre o que está proposto na organização curricular e a prática efetiva do professor em sala de aula tem provocado discussão em relação à metodologia adotada principalmente pelos professores de Matemática e Ciências da Natureza. Dessa forma, a educação matemática ganha especial atenção na sociedade do século XXI, aplicando seus conceitos aos mais diversos âmbitos de trabalho.

Outra reclamação é a falta de clareza conceitual a respeito do lugar do ser humano na natureza, na cultura e no trabalho e as inter-relações entre tais termos. Inclui-se aí a aparente dicotomia presente na prática social, o que tem levado a distorções de compreensão dos conceitos e sua articulação tanto na escola quanto no universo do trabalho e na vida social.

Pretende-se, a partir desse trabalho de pesquisa, sugerir a construção de uma prática pedagógica mais contextualizada com significado para os estudantes através da ação dos professores e de um currículo inter e transdisciplinar.

Dessa forma, espera-se que a ação educativa seja a mola mestra de propulsão, reunindo em torno de si um olhar integral do ser humano, escapando da desenfreada partidarização de conteúdos e ações escolares ainda muito presente no fazer dos professores, mesmo que diretrizes e parâmetros indiquem outros caminhos.

Um problema é a prisão formativa do professor que é pautada na divisão social do trabalho dificultando assim à passagem de uma postura a outra.

Percebe-se que a sociedade tem hoje disponíveis muitos recursos tecnológicos que facilitam o acesso ao conhecimento e suas formas de uso, decorrente da própria dinâmica em que se dá a vida na era da informação. Essa fluidez constante é patrocinada pela revolução tecnológica que coloca todos os cidadãos frente a frente no desafio de interagirem com o universo das transformações dos conhecimentos e seus usos. O grande volume de conhecimento disponível acaba por escapar, em sua essência, à aplicabilidade necessária e ao entendimento dos conceitos relevantes de cada conhecimento e de sua necessária interrelação entre a realidade para fazer sentido para os usuários.

Partindo do ponto de vista comum do imaginário social, a escola é o espaço privilegiado onde se dá a construção e reconstrução do conhecimento. Mas, neste trabalho pretende-se abordar também como os diferentes saberes podem contribuir na ressignificação do conhecimento. É, portanto, na escola onde o embate se dá em diferentes pontos de vista, por ser este um espaço privilegiado de liberdade no ato de ensinar e aprender. Portanto, o diálogo constante entre os diferentes atores e suas diferentes opiniões presentes no fazer da escola deve garantir pelo menos o debate dos conteúdos escolares e seus significados, além da aplicabilidade prática que os mesmos possam suscitar através das metodologias usuais em sala de aula, o que, por um lado, oportuniza o acesso ao conhecimento. Mas, não tem sido suficiente para garantir a qualidade da aprendizagem necessária aos cidadãos do século XXI.

Esta aparente dicotomia conceitual reforçada na prática escolar é o elemento mediador deste, uma vez que, desde o ensino infantil aprende-se que o ser humano se distingue pela capacidade de racionalizar e intervir na realidade (econômica, política, social e cultural). Intervém física, emocional e racionalmente com maior ou menor grau de esforço dada as circunstâncias em que a concretude da vida ocorre.

Considerando que os conceitos são ensinados nas escolas, a reflexão será de como são ensinados e quais interrelações que guardam entre si, e, num segundo momento, quais contribuições à educação formal e informal podem oferecer na ressignificação dos conceitos de natureza, cultura e trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O entendimento de que as pessoas são potencialmente diferentes, em termos intelectuais, é compreensível, porém é inaceitável que alguns sejam educados para pensar, decidir, e avaliar, enquanto outros realizarão tarefas corporais (sentido mecânico-produtivo). Este entendimento fundamenta-se numa concepção fisiológica e naturalista da organização social.

A superação da dicotomia e da visão associativa entre teoria e prática pressupõe a necessidade de aplicação de outras matrizes epistemológicas da ciência que norteiem a produção do conhecimento, cujo processo sistêmico de explicação, interpretação dos fenômenos e problemas naturais, humanos e sociais têm como ponto de partida a realidade dos fatos, ou seja, a própria prática. A prática real, portanto, tem que ser o ponto de partida e de retorno de qualquer processo de produção do conhecimento, no sentido de desenvolvimento, da melhoria da qualidade coletiva de vida, da igualdade de oportunidades, etc.

O mundo do trabalho está, segundo Demerval Saviani, intimamente ligado à educação, nutrindo-se um ao outro em diferentes aspectos e de diferentes maneiras. Na trajetória histórica da humanidade, desde os primórdios da organização da sociedade humana; trazendo subjacente sempre o espaço natural, a cultura e o trabalho evoluem tecnicamente mais em alguns períodos históricos do que em outros, chegando cada um a seu modo, em nossa era social, impregnados de saberes comuns e especializados. Quando agora ambos comportam grande volume de informações e conhecimentos acumulados pela sociedade, necessita-se, de algum modo, transmiti-los às gerações futuras.

Considerando os recursos tecnológicos hoje disponíveis e estes aliados à facilidade em que o acesso e uso se processam para o cidadão, percebe-se que, mesmo assim, muitos conhecimentos não são entendidos e, quando o são, não são devidamente usados a serviço do bem comum. Neste momento, é necessária a reflexão de alguns conceitos comumente ensinados nas escolas e usados no cotidiano social, dentre os quais os conceitos matemáticos que se relacionam com a cultura e trabalho. Num segundo momento, sugere-se uma proposta inter e transdisciplinar com foco na educação matemática que pode através de um currículo escolar articulado ressignificar o fazer pedagógico na escola de ensino médio. Dessa forma, faz-se necessária melhor reflexão dos conceitos ensinados no ensino médio para possibilitar ao educando articulá-los na vida diária, bem como discutir, além da conceituação, a metodologia e as condições operacionais em que esses conhecimentos se tornam objetos de estudos e passam a ser incorporados às práticas sociais.

Sendo a educação institucional um dos maiores legados contraditórios da modernidade, ela se constituiu em instrumento para legitimar essa cultura. Morin (2007, p.27) afirma que a sociedade domestica os indivíduos por meio de mitos e idéias. Desta forma, as ideias-força veiculadas podem ao mesmo tempo, elucidar e cegar, revelar e ocultar. Nessa perspectiva, a cultura escolar assume a missão de tornar as crianças e os jovens cultos. Assim, tanto as culturas escolares e acadêmicas concorrem para que a apropriação de cultura escolar se organize através de um conhecimento fragmentado, calcado em uma concepção liberal/pragmática, alimentando valores individualistas e consumistas cuja função da natureza é apenas utilitária. Ainda nessa perspectiva, as disciplinas escolares fragmentam, dissecam, esquartejam o conhecimento para que, dessa forma, as pessoas não possam estabelecer relações entre o específico e o geral, a parte e o todo, ignorando que o conhecimento é histórico, científico, prático e social. Portanto, hoje a missão primordial do ensino é aprender a religar, mais do que a separar. É preciso aprender a problematizar.

Segundo Paro, 2008, se entendermos o homem como transformador da natureza e de si próprio através do trabalho e, de queda, construtor de cultura, precisamos pensar no modo como os conhecimentos e informações estão sendo ensinados nas escolas e como estes contribuem na elaboração dos conceitos por parte dos educandos. O processo ensino-aprendizagem não está mais centrado nos conteúdos escolares somente, que continuam legítimos e necessários, mas sim numa metodologia de ensino que seja dinâmica, consensual, dialógica e desejável pelo educando, buscando envolver a todos no processo; tendo, portanto, o vislumbre da aprendizagem como foco da ação do educador e deste para com seus educandos, indo além dos conteúdos e das práticas metodológicas ainda muito pautadas no senso comum, que, de algum modo sempre nortearam, aliados aos conhecimentos científicos historicamente acumulados, o fazer escolar.

A proposta aqui colocada é de contextualizar a matemática a partir da educação de modo que, nesse espaço privilegiado, possam ser as novas gerações educadas para o mundo do trabalho e da vida social a partir da ótica da natureza, da cultura e da vida em sociedade e não da economia como hoje se sustentam as sociedades.

3. OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma metodologia de trabalho que contextualize os conceitos de Geometria e Estatística no fazer diário dos discentes da 3ª série do Ensino Médio do Município de Vila Pavão – ES, capacitando-os a contextualizar tais conceitos do currículo de matemática às necessidades diárias do homem do campo.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de caráter bibliográfico e exploratório para aquisição dos conhecimentos teóricos acerca da aparente dicotomia presente na prática social de como dialogam entre si os conceitos de “natureza”, “cultura” e “trabalho” dos discentes do Ensino Médio das escolas estaduais de Vila Pavão, associados aos conceitos matemáticos e de como a escola se situa neste contexto enquanto agente crítico e transformadora da realidade social pela capacidade ressignificadora dos conhecimentos.

A pesquisa será realizada em duas escolas públicas da rede estadual de ensino de nível médio de 1ª a 3ª séries no município de Vila Pavão, Estado do Espírito Santo. Visa observar o comportamento dos alunos no que se refere à compreensão dos conceitos de Geometria e seus usos na vivência do cotidiano rural.

Os instrumentos usados para coleta de registros serão questionários, entrevistas e observação “in loco” de estudantes, buscando situar a problemática da falta de articulação dos conteúdos e práticas escolares como fatores da dissociação dos conhecimentos e seus usos sociais, além do estudo das ementas curriculares elaboradas para o Curso de Agropecuária.

5. APLICAÇÃO DA GEOMETRIA E ESTATÍSTICA AO MEIO RURAL

Dados obtidos através de pesquisa realizada com os alunos das 3as séries do Ensino Médio das escolas (EEEFM "Professora Ana Portela de Sá" e do Centro Estadual Integrado de Educação Rural) de Vila Pavão, mostraram que 67,5% dos alunos pesquisados residem na zona rural, caracterizando uma boa amostra da população pavoense, pois segundo o Censo do IBGE de 2010, a população rural do município de Vila Pavão corresponde a 65,4% da população total do município.

Dos alunos que residem na zona rural, 78% destes informaram que seus pais são os próprios donos da propriedade onde moram e trabalham e, destes, 89% responderam que moram em pequenas propriedades, ou seja, possuem área de terra menor que 10 alqueires. Em 84% das propriedades onde os alunos moram, é utilizado algum sistema de irrigação, sendo que 94% são utilizadas para irrigar plantação de café. Dessa forma, o conhecimento sobre a pluviosidade na região é fundamental para construção de represas para serem utilizadas como reservatório de água para irrigação. De acordo com a pesquisa realizada entre os alunos, 63% dos alunos responderam que nunca tiveram contato com um pluviômetro.

Na pesquisa também foi perguntado sobre o nível de ensino dos pais dos alunos. Segundo essa pesquisa, 59% não chegaram sequer a frequentar a 5ª série do Ensino Fundamental e apenas 19% deles iniciaram o Ensino Médio. Isso indica que a maioria dos pais possui baixa escolaridade. Isso não significa que o nível de conhecimento desses pais é baixo, mas que o conhecimento que possuem é adquirido na prática com pouca ou nenhuma teoria. Para sanar essas dificuldades é necessário que sejam somados a teoria aprendida pelos alunos no âmbito escolar com as práticas que os seus respectivos pais alcançaram ao longo dos anos de sua vivência.

Para mudar essa realidade, é necessário que seja feito um trabalho diferente do que está sendo feito em sala de aula. Dessa forma, este trabalho mostrará alguns exemplos de aplicações dos conhecimentos da Geometria Plana e da

Estatística, com a finalidade de construir um pluviômetro tipo pet, abordando as aplicações desses conceitos matemáticos a fim de conscientizar e educar os produtores rurais de maneira que, conhecendo a realidade da distribuição de chuvas ao longo dos anos, possam prevenir-se para que nos períodos de seca os prejuízos possam ser minimizados.

Considerando esta realidade, o trabalho desenvolvido com os alunos é de extrema relevância para os produtores, visto que, em sua maioria, vivem do cultivo do café, criação de gado e produção de leite. Essas atividades agrícolas possuem grande exigência de água exigindo a construção de reservatórios para serem utilizados em irrigação nos meses em que a quantidade de chuvas não é suficiente para garantir a produção.

É comum ouvir entre os pequenos produtores rurais as seguintes frases: “nunca houve um mês de dezembro tão seco como este ano” ou “nunca houve um mês de agosto tão chuvoso como o deste ano” ou “os períodos de seca estão cada vez mais prolongados” ou “a irregularidade das chuvas está cada vez maior ao longo do ano”. É interessante que os alunos analisem essas frases e comparem com os gráficos da distribuição da chuva ao longo dos meses em um determinado período de tempo. Para isso será construído com os alunos das 3as séries do ensino médio um calendário em que, em cada mês, será desenhado ao lado deste um gráfico informando a distribuição de chuva ao longo desse mês no período compreendido de janeiro de 1994 a dezembro de 2012 no município de Vila Pavão – ES. Esses dados são obtidos do arquivo do Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) local que, desde janeiro de 1994, faz diariamente a leitura da quantidade de chuva. Esses dados são registrados diariamente e são acumulados ao longo dos meses.

Para a confecção de cada um dos gráficos com a distribuição de chuva ao longo dos meses será utilizada uma das cores: verde, amarelo e vermelho. O gráfico preenchido com a cor verde significa que o respectivo mês é considerado chuvoso; o gráfico preenchido com a cor amarela significa que o mês é considerado parcialmente chuvoso e o gráfico preenchido com a cor vermelho significa que o mês é considerado seco.

O objetivo é construir um pluviômetro usando garrafa pet com os alunos que cursam as 3as séries do Ensino Médio do município de Vila Pavão – ES, dentro da sala de aula. Desse modo, cada aluno poderá levar o pluviômetro por ele mesmo construído para sua casa ou propriedade e quantificar a intensidade da chuva em determinada ocasião em sua localidade. Essas informações que serão obtidas com o pluviômetro são importantes para que o produtor rural possa tomar algumas medidas necessárias em relação à quantidade de chuva em determinada ocasião. Por exemplo, em uma determinada semana choveu 20 mm na lavoura de café de um produtor rural. Após quantos dias depois dessa chuva o produtor precisará irrigar essa lavoura de café novamente? Se esse produtor não tiver em sua propriedade um pluviômetro, não conseguirá obter a informação da quantidade de chuva em sua propriedade porque a quantidade de chuva às vezes varia de uma determinada propriedade para outra propriedade vizinha. É interessante para o produtor instalar um pluviômetro no meio do cafezal para obter com uma precisão maior a quantidade de chuva naquela plantação bem como obter também a quantidade de água que está sendo fornecida pela irrigação em determinada quantidade de tempo. Isso evitará desperdício de água ou, de forma geral, fará com que o produtor rural irrigue aquela plantação pelo tempo necessário atendendo as necessidades de cada tipo de cultura.

Para a confecção do pluviômetro os alunos fornecerão as garrafas pets e as escolas fornecerão o restante dos materiais necessários. O objetivo principal desse projeto será construir com os alunos um pluviômetro que seja extremamente eficiente em suas medições, que o custo desse instrumento seja o mais baixo possível e que seja seguro em relação à proliferação de doenças. Para isso, foi colocado no pluviômetro uma abertura tipo funil, feito com a própria garrafa pet de modo a diminuir a evaporação da água. A evaporação da água faz com que a leitura obtida no pluviômetro seja subestimada. Será colocada também uma tela de proteção na menor abertura do funil. Essa tela, além de diminuir a evaporação, evita a proliferação e a reprodução do mosquito transmissor da dengue (Aëdes aegypti). Por exemplo, suponha que o pluviômetro seja colocado em determinado local e que tenha ocorrido uma chuva e o pluviômetro ficou um período de 30 dias sem ter sido esvaziado. A tela de proteção evitará que nesse período o mosquito transmissor da dengue não se reproduza nesse local.

Será fornecida para os alunos uma fita de papel com a parte graduada para ser colocado no pluviômetro. Para isso, será construída uma graduação e será fotocopiada esta graduação para distribuição, seja para os alunos ou para os proprietários que estejam interessados em obter esse material para que seja confeccionado esse pluviômetro para instalação, seja em sua propriedade, seja em qualquer outro ambiente, como igrejas, escolas, etc. Isso não isentará os alunos do direito de aprender como foi feita essa graduação. Todos os cálculos necessários serão feitos com os alunos de modo que sejam contextualizados os conceitos de Matemática (no caso, áreas de figuras planas, grandezas diretamente proporcionais, transformação de unidades, etc.). A graduação que será distribuída para os alunos servirá como forma de garantir mais rapidez na construção do pluviômetro, tendo em vista que, para se obter as graduações de uma forma mais precisa possível, precisaríamos de uma grande quantidade de aulas, o que dificultaria a construção desse pluviômetro em sala de aula.

Em geral, a maioria dos alunos quando concluem o Ensino Médio não sabem o significado de expressões do tipo “uma chuva de 100 mm” ou “uma chuva de 30 mm”. Para eles, essas duas quantidades mencionadas representam apenas números sem saber o seu significado. É explicado para os alunos que uma chuva de 1 mm significa que em uma área de 1 m^2 choveu 1 litro de água. Uma chuva de 20 mm significa que em uma área de 1 m^2 choveu 20 litros de água. Mas, em geral, não é realizada nenhuma atividade prática para que os alunos visualizem essas informações, na prática, com os seus respectivos significados. Na maioria das vezes, quando os alunos visualizam e participam das práticas dificilmente eles irão se esquecer dos conceitos que a eles foram ensinados. Para suprir essa carência, é interessante nesse contexto realizar algumas atividades interdisciplinares com, por exemplo, Geografia, Biologia, que estimulem os alunos a observar outras práticas que podem ser adotadas nas suas respectivas propriedades rurais. Nessas experiências práticas poderá ser explorada a importância de se manter algum tipo de cobertura para proteger o solo, por exemplo, de um cafezal, ou de uma plantação de banana, coco, abacaxi, maracujá, etc. Para isso, considere alguns tipos de terrenos sem ou com diferentes tipos de coberturas e de inclinação. É importante verificar o comportamento da água da chuva em diferentes tipos de terrenos, como por exemplo, em terrenos planos, em terrenos com leve inclinação e em terrenos com grande inclinação. Outro fator que deve ser observado é o tempo que cada um dos terrenos leva para ficar seco novamente, considerando cada um dos tipos de terrenos mencionados acima, com a ausência de cobertura ou com a presença de cobertura. Essas coberturas podem ser, por exemplo, palha de café, mato, cana-de-açúcar, capim, etc. Em seguida, simula-se, por exemplo, uma chuva de 10 mm em cada um desses terrenos, ou seja, joga-se em cada um desses terrenos 10 litros de água. Depois os alunos deverão observar o quão rápido os solos de cada um dos terrenos ficará completamente seco novamente. Essa atividade poderá ser realizada com o objetivo de que os alunos percebam o quanto é importante, por exemplo, que se tenha uma cobertura no solo a fim de economizar na irrigação e que, dessa maneira, a água da chuva permanecerá no solo por uma quantidade de tempo maior.

Nesse projeto também está proposto à construção de gráficos sobre a distribuição de chuvas em cada mês do ano desde janeiro de 1994 a dezembro de 2012. Esses dados foram obtidos do Incaper local e será importante para os alunos perceberem que, em alguns meses do ano, a quantidade de chuva em nosso município é pequena. O produtor rural precisará então suprir a falta de água em suas plantações usando algum sistema de irrigação. Para que esse sistema de irrigação seja acionado é necessário que o produtor rural tenha água armanezada o suficiente em sua propriedade.

Analisando os gráficos, o produtor rural verá que em alguns meses do ano a quantidade de chuva é muito grande e o produtor ao tomar posse dessas informações quantitativas deverá tomar as respectivas providências para armazenar a maior quantidade de água provenientes da chuva. Esses reservatórios de água servirão para que seja acionado o sistema de irrigação nos meses em que a chuva é pequena.

Outro objetivo dos gráficos é orientar o produtor para a construção de caixas secas. Para a construção de cada uma dessas caixas secas é necessário calcular a área do terreno em que escoará a água da chuva para cada uma das caixas secas. Deverá estimar qual quantidade de água ele irá conseguir reter. Para reter a água da chuva em quantidade maior, a caixa seca deverá armazenar um maior volume de água. Um dos objetivos primordiais de se construírem as caixas secas é de manter a água da chuva no alto dos morros, evitando dessa forma erosão e deslizamento de terras com a finalidade de que essas águas possam infiltrar no solo lentamente, aproveitando melhor a água da chuva. O produtor deverá perceber que a água proveniente das chuvas deve ser armazenada em sua propriedade de alguma maneira. Para isso é preciso conhecer a estimativa da quantidade de chuva que ocorrem no decorrer do ano. É claro que esse método trará para o produtor apenas uma perspectiva da distribuição da chuva ao longo do ano. Essa distribuição da quantidade de chuva ao longo dos meses está sendo observada e analisada no período de janeiro de 1994 a dezembro de 2012 no município de Vila Pavão – ES.

Segundo Pinheiro (2009), numa pesquisa realizada sobre a utilização do pluviômetro tipo pet, foi feita uma comparação com um pluviômetro padrão automático tipo Campbell. De acordo com os resultados obtidos, a medida da quantidade de chuva feita com os pluviômetros tipo pet fornece uma excelente estimativa da precipitação real que estaria sendo feita se estivesse sendo utilizado um instrumento padrão. O erro cometido na leitura do pluviômetro tipo pet, em comparação com um pluviômetro automático modelo Campbell, são aceitáveis. Em geral, os dados coletados no pluviômetro tipo pet são subestimados em virtude principalmente da evaporação da água da chuva.

Na construção do pluviômetro que está sendo proposto, teremos que calcular a área de abertura de entrada da água provenientes da chuva. No nosso caso, o recipiente tem uma abertura em forma de círculo. Vamos precisar então calcular a área círculo. Para calcular a área desse círculo, é preciso saber a medida de seu raio com a maior precisão possível. A melhor forma para se obter a medida desse raio é encontrar primeiro o comprimento do círculo para, então, encontrar o raio desse círculo.

O pluviômetro poderá ser confeccionado com qualquer outro recipiente em que seja possível reter a água da chuva. Por exemplo, poderá ser usado um balde, uma bacia, etc. Acontece que em alguns casos, a graduação desses recipientes torna-se muito difícil. Se a abertura para entrada de água da chuva for irregular, para encontrar a área da boca desse recipiente, faça um desenho dessa região em uma folha de papel de boa qualidade e, ao lado dessa região, desenhe um quadrado cuja área é fácil de se obter. A partir daí, basta usar uma balança de precisão para obter a área do recipiente por onde entrará a água da chuva.

No próximo capítulo vamos definir algumas noções sobre os conceitos matemáticos necessário para a construção do pluviômetro tipo pet e a exploração dos dados fornecidos pelo mesmo. Os conceitos matemáticos são fundamentais para que o aluno consiga estabelecer relação entre a parte teórica com a prática realizada, acabando com a fragmentação entre o conhecimento obtido apenas com a prática, desvinculado de embasamento teórico, e o conhecimento teórico desvinculado da prática.

6. CONCEITOS GEOMÉTRICOS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DO PLUVIÔMETRO

Iniciaremos esse capítulo definindo alguns elementos de geometria plana.

Polígono: Dada uma sequência A_1, A_2, A_3, ..., A_n de n (n > 3) pontos distintos entre si. Suponha que nenhum terno desses pontos estejam alinhados e considere os segmentos A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4, ..., A_nA_1. A figura fechada formada por essa união de segmentos é chamada de polígono. As figuras 1 e 2 representam polígonos.

Polígono convexo: um polígono é dito convexo se para qualquer par de pontos X e Y distintos não exteriores ao polígono, o segmento que une os pontos X e Y está contido no interior do polígono. A figura 1 representa um polígono convexo.

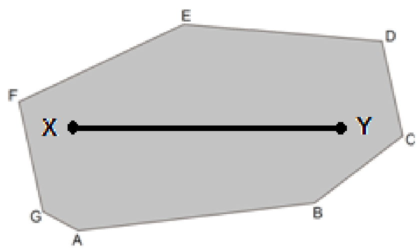


Figura 1: Polígono convexo

Um polígono que não é convexo é dito não convexo. O polígono representado na figura 2 é um polígono não convexo.

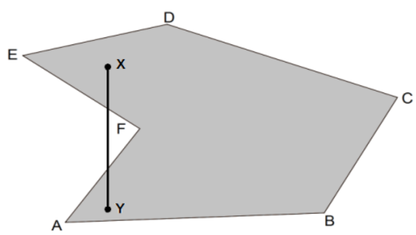


Figura 2: Polígono não convexo

Congruentes: Dois lados de um polígono são ditos congruentes quando possuem medidas iguais. Dois ângulos são ditos congruentes quando possuem medidas iguais.

Polígono regular: é todo polígono que possui lados congruentes e os ângulos internos congruentes.

Ângulo reto: é todo ângulo cuja medida é igual a 90º.

Apótema: Em um polígono regular, chama-se apótema o segmento que liga o centro do polígono ao ponto médio de um de seus lados.

Quadrilátero: Chama-se quadrilátero a todo polígono que possui 4 lados.

Paralelos: duas retas são ditas paralelas quando estão contidas em um mesmo plano e não se cortam. Dois lados são ditos paralelos se as retas que contém esses segmentos são paralelas.

Perímetro: o perímetro de um polígono é a soma das medidas de seus lados. O perímetro do triângulo abaixo é 3 + 4 + 5 = 12. O perímetro é geralmente representado por 2p.

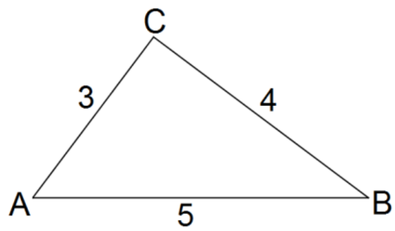


Figura 3: Triângulo de lados 3, 4 e 5

Semiperímetro: é a metade da medida do perímetro. O semiperímetro do triângulo acima é $\frac{12}{2}$ = 6. O semiperímetro é geralmente representado por p.

Altura de um triângulo: é um segmento que une um vértice a um ponto do lado oposto, sendo a ele perpendicular, ou seja, formando um ângulo reto. Na figura 4, o segmento CM é a altura do triângulo ABC em relação ao lado AB.

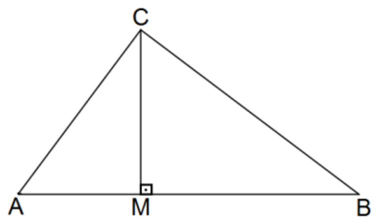


Figura 4: Altura de um triângulo

Mediana: é um segmento que une um vértice ao ponto médio do lado oposto de um triângulo. O segmento AM é a mediana do triângulo ABC em relação ao lado BC.

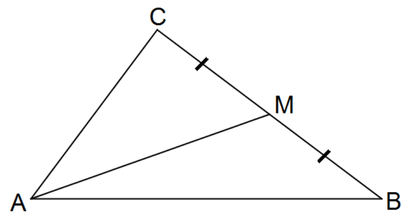


Figura 5: Mediana de um triângulo

Bissetriz de um triângulo: é um segmento que une um vértice do triângulo a um ponto do triângulo do lado oposto, dividindo o ângulo interno naquele vértice em dois ângulos congruentes. O segmento AM é a bissetriz do triângulo ABC em relação ao vértice A.

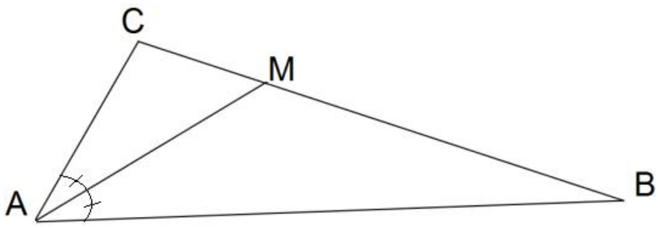


Figura 6: Bissetriz de um triângulo

Triângulo isósceles: é todo triângulo que possui dois lados congruentes. Consequentemente, este triângulo também possui dois ângulos congruentes. O triângulo ABC da figura 7 é isósceles. Nesse triângulo o lado AB é chamado de base do triângulo isósceles.

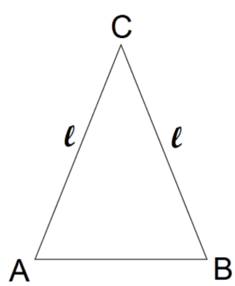


Figura 7: Triângulo isósceles

Triângulo equilátero: é todo triângulo que possui os três lados congruentes. Consequentemente, este triângulo também possui os três ângulos congruentes. Em todo triângulo equilátero toda altura é também mediana e bissetriz. O triângulo ABC representado na figura 8 é um triângulo equilátero.

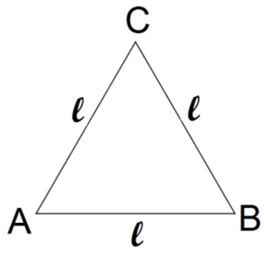


Figura 8: Triângulo equilátero

6.1. FIGURAS PLANAS

Quadrado: é todo quadrilátero que possui os 4 lados congruentes e os 4 ângulos retos. Na figura 9 está representado o quadrado ABCD.

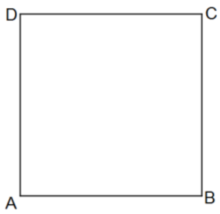


Figura 9: Quadrado ABCD

Retângulo: é todo quadrilátero que possui os 4 ângulos retos. Na figura 10 está representado o retângulo ABCD.

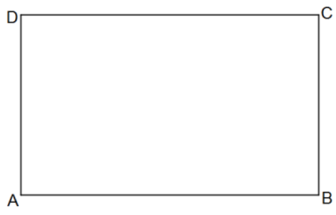


Figura 10: Retângulo ABCD

Paralelogramo: é todo quadrilátero que possui 2 pares de lados paralelos. Uma das propriedades do paralelogramo é possuir lados opostos congruentes. Na figura 11, ABCD é um paralelogramo em que os lados AB e CD são paralelos bem como os lados AD e BC.

Figura 11: Paralelogramo ABCD

Trapézio: é todo quadrilátero que possui um par de lados paralelos. Os lados paralelos são chamados de bases do trapézio. Na figura 12, ABCD é um trapézio de lados paralelos AB e CD.

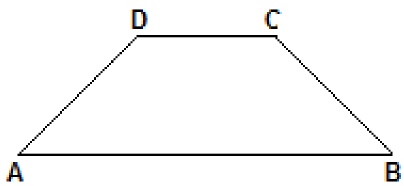


Figura 12: Trapézio ABCD

Losango: é todo quadrilátero que possui os 4 lados congruentes. Todo losango é um paralelogramo (pois possui lados opostos congruentes). Na figura 13, ABCD é um losango.

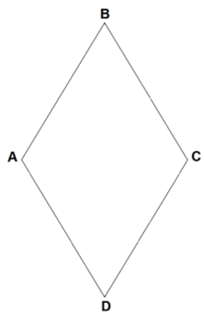


Figura 13: Losango ABCD

Círculo: Um círculo de centro O e raio r é o conjunto de pontos do plano cuja distância ao centro O é igual a r. A figura 14 representa um círculo de raio r e centro O.

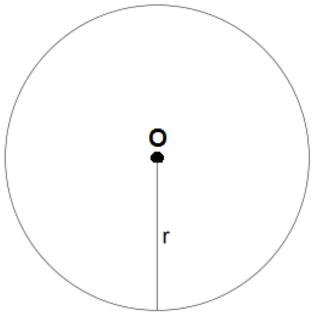


Figura 14: Círculo de centro O e raio r

6.2. ÁREA DE FIGURAS PLANAS

Mostraremos nessa seção como é feito o cálculo de algumas figuras planas.

6.2.1. ÁREA DO QUADRADO

Definição: O quadrado cuja medida do lado é 1 unidade será chamado de quadrado unitário. A área do quadrado unitário de lado 1 u (1 unidade) é 1 u^2. Por exemplo, a área de um quadrado de lado 1 cm é 1 cm^2, a área de um quadrado de lado 1 m é 1 m^2 e a área de um quadrado de lado 1 km é 1 km^2. A figura 15 representa um quadrado de lado 1 u e área 1 u^2.

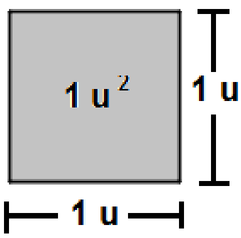


Figura 15: Quadrado de lado 1 u

Vamos calcular a área de um quadrado de lado 3 cm.

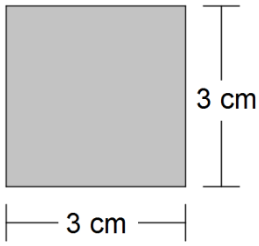


Figura 16: Quadrado de lado 3 cm

Esse quadrado pode ser dividido em $3^2 = 9$ quadrados de lado 1 cm cuja área é 1 cm^2. Logo, a área do quadrado de lado 3 cm é (3^2) . 1 cm^2 = 9 .1 cm^2 = 9 cm^2.

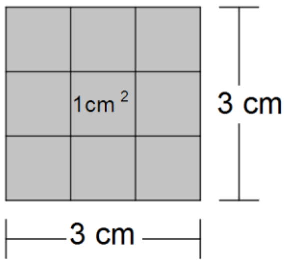


Figura 17: Quadrado de lado 3 cm dividido em 9 quadrado iguais

Queremos encontrar uma fórmula para o cálculo da área de um quadrado de lado ℓ, onde ℓ é um número natural? O quadrado de lado ℓ pode ser dividido em ℓ^2 quadrados de lado 1. Como a área de cada quadrado de lado 1 é $1^2 = 1$, então a área do quadrado de lado ℓ é $\ell^2 \cdot 1 = \ell^2$.

Considere agora um quadrado de lado $\frac{2}{3}$. Qual é a área desse quadrado?

Considere um quadrado de lado 2 e divida cada um de seus lados em 3 partes iguais. Então cada uma dessas partes mede $\frac{2}{3}$. Dessa forma o quadrado de lado 2 foi dividido em $9 = 3^2$ quadrados de lado $\frac{2}{3}$. A área do quadrado de lado 2 é 2^2. Portanto, a área de cada quadrado de lado $\frac{2}{3}$ é $\frac{2^2}{3^2} = \left(\frac{2}{3}\right)^2$

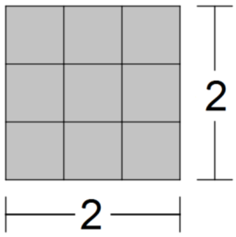


Figura 18: Quadrado de lado 2 dividido em 9 quadrados iguais

Agora vamos generalizar o nosso problema e calcular a área de um quadrado de lado $\frac{m}{n}$, onde $\frac{m}{n}$ representa um número racional.

Considere um quadrado de lado m. Divida cada lado desse quadrado em n partes iguais. Então cada uma dessas partes mede $\frac{m}{n}$. Dessa forma o quadrado de lado m foi dividido em n^2 quadrados de lado $\frac{m}{n}$. A área do quadrado de lado m é m^2. Logo, a área de cada quadrado de lado $\frac{m}{n}$ é $\frac{m^2}{n^2}$ = $(\frac{m}{n})^2$. Portanto a área de um quadrado de lado $\frac{m}{n}$ é $(\frac{m}{n})^2$.

De maneira geral, qual é a fórmula para o cálculo da área de um quadrado de lado ℓ, onde ℓ é um número real? É possível provar que a área de um quadrado de lado ℓ é ℓ^2, onde ℓ representa um número real qualquer. A demonstração desse fato é de difícil compreensão para o nível de ensino para o qual esse material é direcionado e será omitida aqui.

Vamos agora calcular a área de algumas regiões fechadas. Calcular a área de uma região fechada plana é encontrar o número de quadrados unitários de lado 1 (cuja área é $1^2 = 1$) que preenchem totalmente esta região.

6.2.2. ÁREA DO RETÂNGULO

Vamos calcular a área de um retângulo de comprimento 5 cm e largura 3 cm como mostra a figura 19.

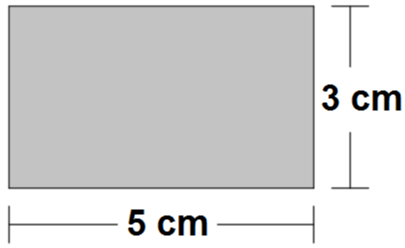


Figura 19: Retângulo de lados 5 cm e 3 cm

O comprimento do retângulo cuja medida é 5 cm pode ser dividido em 5 partes iguais, cada um deles medindo 1cm.

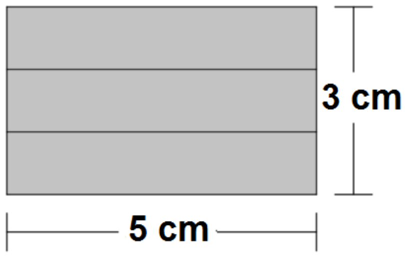


Figura 20: Retângulo de lados 5 cm e 3 cm dividido em 5 retângulos iguais

A largura do retângulo cuja medida é 3 cm pode ser dividida em 3 partes iguais, cada um deles medindo 1 cm.

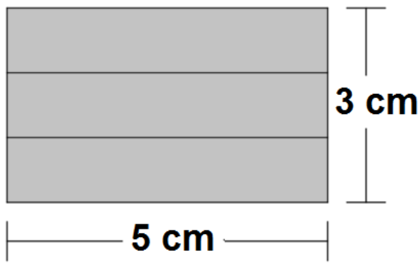


Figura 21: Retângulo de lados 5 cm e 3 cm dividido em 3 retângulos iguais

O retângulo cujas medidas dos lados são 5 cm e 3 cm foi dividido em 5.3 = 15 quadrados, cada um deles com área igual a 1cm ^{2}. Logo a área do retângulo é 5.3. 1 cm ^{2} = 5.3 = 15 cm ^{2}. Observe que em vez de contar quantas unidades de área estão contidas na região retangular, basta multiplicar a medida do comprimento 5 cm pela medida da largura 3 cm.

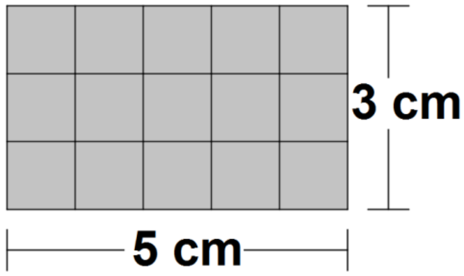


Figura 22: Retângulo de lados 5 cm e 3 cm dividido em 15 quadrados iguais

Queremos agora calcular a área de um retângulo de comprimento igual a c unidades e largura igual a ℓ unidades.

Se essas medidas representarem números inteiros positivos então temos que:

O comprimento c pode ser dividido em c partes iguais, cada um deles medindo 1 unidade.

A largura ℓ pode ser dividido em ℓ partes iguais, cada um deles medindo 1 unidade.

O retângulo de comprimento c e largura ℓ será então dividido em $c.\ell$ quadrados, cada um deles de área igual a 1. Logo a área do retângulo é $c.\ell.1 = c.\ell$. Portanto para calcular a área de um retângulo de comprimento c e largura ℓ basta multiplicar a medida do comprimento c pela medida da largura ℓ.

Queremos verificar se a medida do comprimento e/ou a medida da largura forem números reais quaisquer, a fórmula continua sendo válida, ou seja, se tivermos um retângulo R de comprimento c e largura ℓ, onde c e/ou ℓ representam números reais quaisquer, a área desse retângulo R é $c.\ell$?

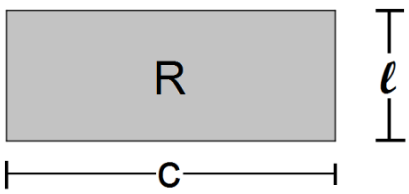


Figura 23: Retângulo R de comprimento c e largura ℓ

Para verificar isso, considere um quadrado de lado c + ℓ .

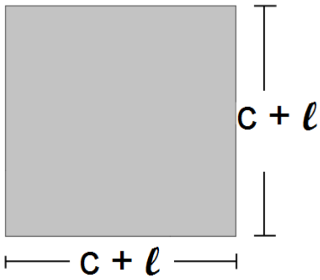


Figura 24: Quadrado de lado c + ℓ

Por um lado, temos que a área desse quadrado é $(c + \ell)^2 = c^2 + \ell^2 + 2.c.\ell$. Essa será nossa equação I.

Por outro lado, esse quadrado pode ser decomposto em um quadrado de lado c, um quadrado de lado ℓ, dois retângulos R de lados medindo c e ℓ.

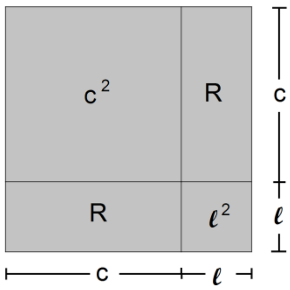


Figura 25: Quadrado de lado c + ℓ dividido em 2 retângulos e 2 quadrados

A área do quadrado de lado c é c^2 e a área do quadrado de lado ℓ é ℓ^2. A área do quadrado de lados c + ℓ é a soma das áreas dos dois quadrados com os dois retângulos de área R. Portanto a área desse quadrado é $(c + \ell)^2 = c^2 + \ell^2$ + 2. (Área do retângulo R). Essa será nossa equação II.

Igualando as equações I e II, temos:

$c^2 + \ell^2$ + 2. (Área do retângulo R) = $c^2 + \ell^2 + 2.c.\ell$

$\Longrightarrow$ 2 . (Área do retângulo R) = $2.c.\ell$ $\Longrightarrow$ (Área do retângulo R) = $c.\ell$

Portanto, a área de um retângulo de comprimento c e largura ℓ é $c.\ell$, onde c e/ou ℓ representam números reais positivos quaisquer.

6.2.3. ÁREA DO PARALELOGRAMO

Vamos calcular a área do paralelogramo ABCD, representado na figura 26. Para isso, considere que os lados AB e CD são paralelos com AB = CD = b e BC e AD são paralelos e h = altura do paralelogramo ABCD em relação à base AB.

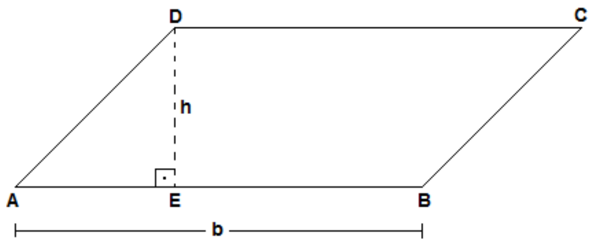


Figura 26: Paralelogramo de base b e altura h

Projete os vértices C e D sobre a reta que contém o lado AB, obtendo os pontos F e E, respectivamente.

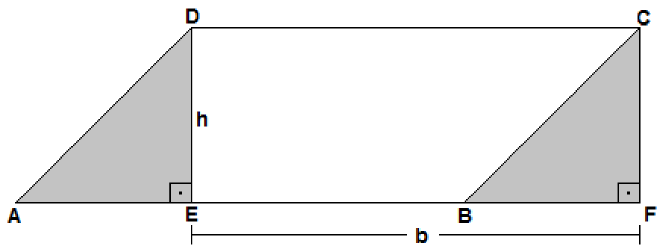


Figura 27: Paralelogramo ao lado de um triângulo

Temos que:

AD = BC (pois os lados opostos de um paralelogramo são iguais).

DE = CF (pois são distâncias entre dois lados paralelos).

Os ângulos AED e BFC são retos.

Então os triângulos AED e BFC são congruentes (pelo caso LLA_o), logo possuem a mesma área. O polígono EFCD é retângulo de base EF = b e altura DE = CF = h e possui a mesma área que o paralelogramo ABCD. Portanto, a área do paralelogramo ABCD é igual à área do retângulo EFCD. Então:

Área do paralelogramo ABCD = Área do retângulo EFCD = b . h

A área do paralelogramo ABCD é igual ao produto da base pela altura em relação a essa base.

Observação: Esse resultado não depende da base escolhida. Se tivéssemos escolhido o outro lado como base e tomado a altura correspondente, o resultado seria o mesmo.

6.2.4. ÁREA DO TRAPÉZIO

Vamos calcular a área do trapézio ABCD, representado na figura 28. Para isso, considere que os lados paralelos são AB e CD com AB = b_1 e CD = b_2 e h = altura do trapézio ABCD.

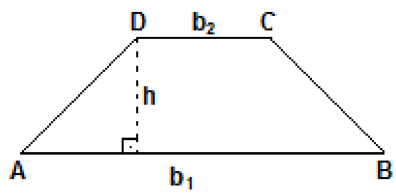


Figura 28: Trapézio de bases b_1 e b_2 e altura h

Prolongue o segmento DC até o ponto F tal que CF = AB = b_1 e prolongue o segmento AB até o ponto E tal que BE = CD = b_2 conforme está representado na figura 29. O quadrilátero BEFC é trapézio de bases BE = b_2 e CF = b_1 e altura h. Os trapézios ABCD e CFEB são congruentes, logo possuem a mesma área. O quadrilátero AEFD é paralelogramo (por possuir lados opostos congruentes) de base AE = DF = $b_1 + b_2$, altura = h e área = $(b_1 + b_2)$. h.

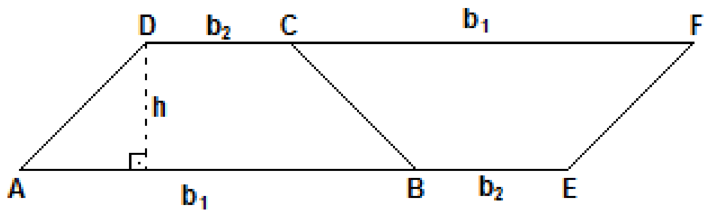


Figura 29: Paralogramo didivido em 2 trapézios iguais

A área do trapézio ABCD é $\frac{(b_1 + b_2)\ .\ h}{2}$, ou seja, a área do trapézio é $\frac{(base\ maior + base\ menor)\ .\ altura}{2}$

6.2.5. ÁREA DO TRIÂNGULO

6.2.5.1. ÁREA DO TRIÂNGULO CONHECENDO A MEDIDA DA BASE E ALTURA

Considere o triângulo ABC de base AC = b e altura h relativa à base AC, conforme representado na figura 30.

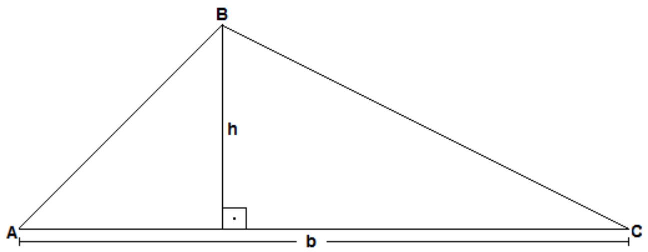


Figura 30: Triângulo de base b e altura h

Considere o ponto D tal que BD = AC e CD = AB conforme está representado na figura 31.

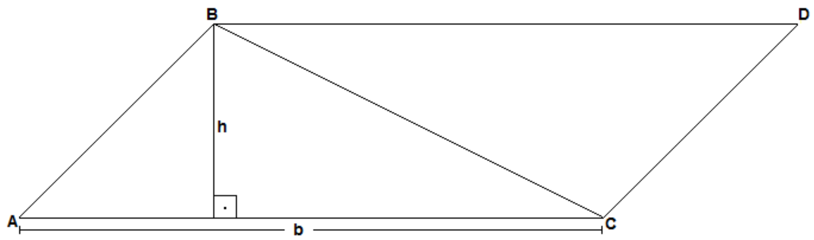


Figura 31: Paralelogramo dividido em 2 triângulos congruentes

O quadrilátero ABDC é paralelogramo de base AC = b e altura h (pois os lados opostos são congruentes) e os triângulos ABC e DCB são congruentes (pelo caso de congruência LLL), logo possuem a mesma área. A área do paralelogramo ABDC é igual a b . h. Portanto, a área do triângulo ABC é igual a $\frac{b\,.\,h}{2}$.

Observação: Esse resultado não depende da base escolhida. Temos três escolhas para a base b, cada uma com sua altura h correspondente. Seja qual for a escolha, o valor da área do triângulo $\frac{b\,.\,h}{2}$ será sempre o mesmo.

Portanto, a área de um triângulo é igual à metade do produto da base pela altura correspondente a essa base.

6.2.5.2. ÁREA DO TRIÂNGULO CONHECENDO A MEDIDA DE SEUS TRÊS LADOS

Considere um triângulo ABC de lados AB = c, AC = b e BC = a, onde são conhecidas as medidas dos três lados do triângulo AB, AC e BC, conforme indica a figura 32.

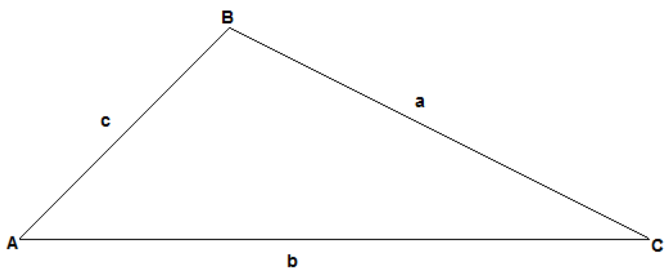


Figura 32: Triângulo de lados a, b e c

A área do triângulo ABC é dada por:

A = $\sqrt{p\,.\,(p-a)\,.\,(p-b)\,.\,(p-c)}$, onde p é o semiperímetro do triângulo ABC dado por p = $\frac{a+b+c}{2}$ e a, b e c são as medidas dos três lados do triângulo. Essa fórmula é conhecida como fórmula de Heron. A demonstração dessa fórmula é de difícil compreensão para o nível de ensino para o qual este material é direcionado, e será omitida aqui.

Essa fórmula pode ser usada em diversas aplicações práticas do cotidiano quando é necessário efetuar o cálculo da área de um triângulo. Em muitos casos é fácil encontrar as medidas dos três lados do triângulo (basta esticar uma fita métrica entre os pares de pontos desse triângulo). Com a fórmula de Heron não é necessário encontrar a altura do triângulo em relação a uma determinada base (essa altura é perpendicular a uma base), o que pode proporcionar um erro considerável, visto que o ângulo formado entre a altura e a base deve ser igual a 90º.

6.2.5.3. ÁREA DO TRIÂNGULO EQUILÁTERO

Considere um triângulo equilátero ABC de lado ℓ. Vamos colocar a altura h desse triângulo em função do seu lado ℓ. Seja h = BM a altura do triângulo ABC em relação à base AC como mostra a figura 33.

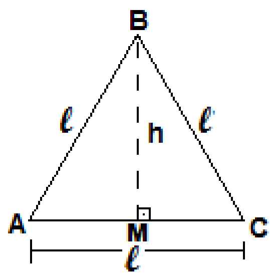


Figura 33: Triângulo equilátero de lado ℓ

O triângulo BMC é retângulo em M (e por isso podemos usar o Teorema de Pitágoras) com lados BC = ℓ, MC = $\frac{l}{2}$ e BM = h, onde h é dado por:

$$\ell^2 = h^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2 \quad \Longrightarrow \quad \ell^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2 = h^2 \quad \Longrightarrow \quad \ell^2 - \frac{l^2}{4} = h^2 \quad \Longrightarrow$$

$$\frac{3\,l^2}{4} = h^2 \qquad \Longrightarrow \qquad h^2 = \frac{3\,l^2}{4} \qquad \Longrightarrow \qquad h = \frac{l\sqrt{3}}{2}.$$

Logo a área do triângulo equilátero ABC de lado ℓ e altura h é dado por:

$$A = \frac{base\ .\ altura}{2} = \frac{l\ .\ h}{2} = \frac{l\ .\ \frac{l\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{l^2\sqrt{3}}{4}.$$

Portanto, a área triângulo equilátero de lado ℓ é dada por $A = \frac{l^2\sqrt{3}}{4}$.

6.2.6. ÁREA DO LOSANGO

Em geral as dimensões de um losango são expressas pelas medidas de suas diagonais d_1 e d_2. Considere então um losango cujas diagonais medem d_1 e d_2, conforme representa a figura 34.

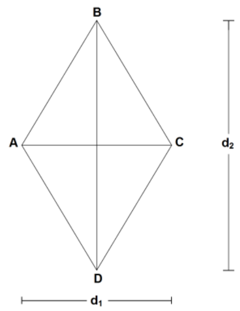


Figura 34: Losango de diagonais d_1 e d_2

Divida esse losango em dois triângulos de bases d_1 e altura $\frac{d_2}{2}$

A área de cada um desses triângulos é $\frac{d_1\ .\ \frac{d_2}{2}}{2} = \frac{d_1\ .\ d_2}{4}$

Logo a área do losango é $2\ .\ \frac{d_1\ .\ d_2}{4} = \frac{d_1\ .\ d_2}{2}$

Assim, a área de um losango é dada pela metade do produto das medidas de suas diagonais d_1 e d_2.

A = $\frac{diagonal_1 \,.\, diagonal_2}{2}$

6.2. 7. ÁREA DO HEXÁGONO REGULAR

Considere um hexágono regular de lado ℓ como representado na figura 35.

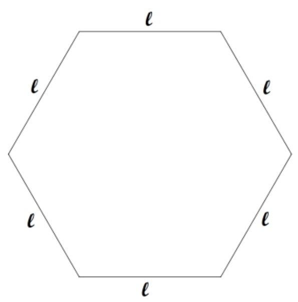


Figura 35: Hexágono regular de lado ℓ

Todo hexágono regular é formado por seis triângulos equiláteros.

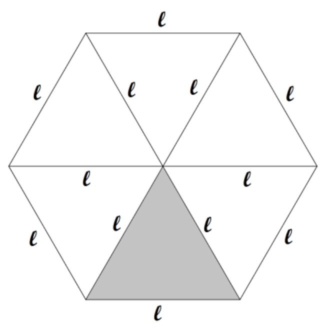


Figura 36: Hexágono regular de lado ℓ dividido em 6 triângulos equiláteros

Esses seis triângulos são todos equiláteros, pois cada ângulo central do hexágono mede $\frac{360^o}{6}$ = 60º e a soma dos ângulos internos do hexágono é igual a 4 . 180º = 720º. Cada ângulo interno do hexágono mede $\frac{720^o}{6}$ = 120º e cada ângulo interno do triângulo mede $\frac{120^o}{2}$ = 60º. Como a área de cada triângulo equilátero é dada por $\frac{l^2\sqrt{3}}{4}$ então a área do hexágono é A = 6 . $\frac{l^2\sqrt{3}}{4}$ = $\frac{3l^2\sqrt{3}}{2}$. Portanto a área de um hexágono regular de lado ℓ é A = $\frac{3l^2\sqrt{3}}{2}$.

6.2.8. ÁREA DE UM POLÍGONO REGULAR

Considere um polígono regular de 10 lados, onde cada lado mede ℓ como mostra a figura 37.

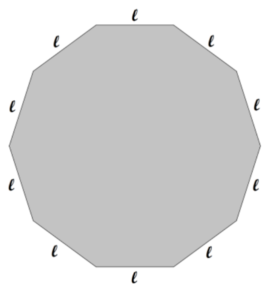


Figura 37: Polígono regular de 10 lados

Esse polígono pode ser dividido em 10 triângulos isósceles iguais, onde a base de cada triângulo mede ℓ e a altura de cada triângulo é o apótema (a_{10}) desse polígono regular.

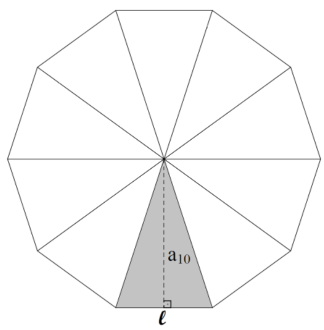


Figura 38: Decágono regular dividido em 10 triângulos isósceles

A área de cada triângulo é $\frac{l\ .\ a_{10}}{2}$. Portanto a área do polígono regular de 10 lados é 10 . $\frac{l\ .\ a_{10}}{2}$ = 5 . ℓ . a_{10}.

Considere agora um polígono regular de n lados onde a medida de cada lado é igual a ℓ. Esse polígono pode ser decomposto em n triângulos isósceles de base igual a ℓ. Em cada um desses triângulos isósceles, a base do triângulo é a medida do lado do polígono (ℓ) e a altura é o apótema (a_n) do polígono regular.

A área de cada um desses triângulos isósceles é dado por $\frac{l\ .\ a_n}{2}$. Logo a área do polígono regular de n lados é:

$$A = n\ .\ \frac{l\ .\ a_n}{2} \implies A = \frac{(n\ .\ l)\ .\ a_n}{2} \implies A = \frac{2\ .\ p\ .\ a_n}{2} \implies A = p\ .\ a_n,$$

em que:

ℓ: é a medida do lado do polígono regular

a_n: é a medida do apótema do polígono regular de n lados

2p: é o perímetro do polígono

6.2.9. ÁREA DE UM POLÍGONO CONVEXO QUALQUER

Considere um polígono convexo de 6 lados de vértices A, B, C, D, E, F onde AB = ℓ_1, BC = ℓ_2, CD = ℓ_3, DE = ℓ_4, EF = ℓ_5 e FA = ℓ_6 como mostra a figura 39.

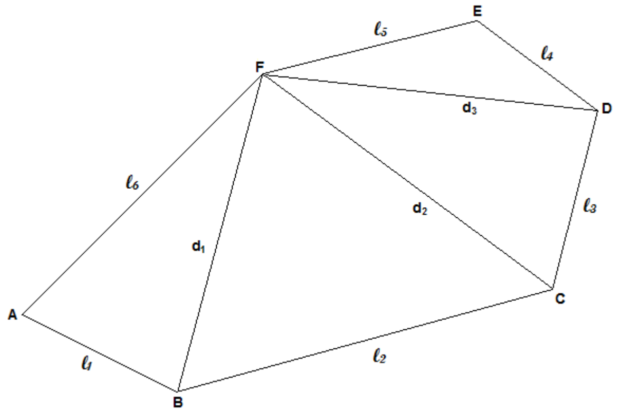


Figura 39: Triangularização de um polígono convexo de 6 lados

Considere todas as diagonais que partem de um mesmo vértice (no nosso exemplo consideraremos as diagonais quer partem do vértice F). Suponha que as medidas das diagonais sejam: FB = d_1, FC = d_2 e FD = d_3. Dessa forma, o polígono convexo A, B, C, D, E e F foi dividido em 4 triângulos. Para calcular a área desse polígono devemos usar a fórmula de Heron para encontrar a área de cada um dos triângulos. Em seguida, basta somar a área de todos estes triângulos para obter a área do polígono convexo. Esse método é conhecido como método da triangularização.

Para calcular a área de um polígono convexo de qualquer quantidade de lados, basta que se obtenha a medida de cada um dos lados do polígono e a medida de cada diagonal que partem de um mesmo vértice. A partir daí basta calcular a área de cada um dos triângulos e em seguida, somar essas áreas para obter a área do polígono convexo.

Na prática essa fórmula é muito utilizada no cálculo de áreas de polígonos que não se enquadram em nenhum dos quadriláteros estudados anteriormente e também não são polígonos regulares. Por exemplo, para calcular a área de um lote, de um sítio ou de uma propriedade rural, em geral, temos que usar o método da triangularização mencionado anteriormente.

6.2.10. ÁREA DO CÍRCULO

Sejam dois círculos de raios r e R e comprimento, respectivamente, c e C.

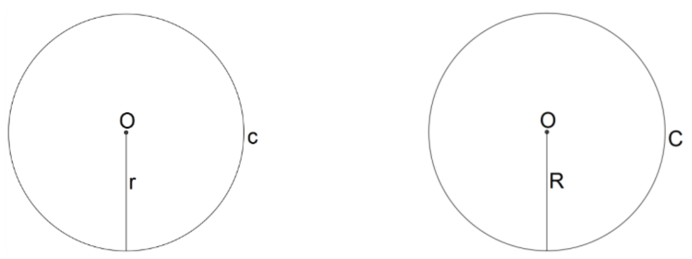


Figura 40: Círculos de raios r e R e comprimentos, respectivamente, c e C.

Temos que dois círculos são sempre semelhantes. A razão de semelhança entre os dois círculos acima é $\frac{c}{2r} = \frac{C}{2R}$. Chamaremos essa razão constante de

π. Essa constante representa um número irracional (é uma dízima não periódica) e seu valor é, aproximadamente, $\pi \cong$ 3,14159. Logo, por definição, o valor de π é o quociente entre o comprimento do círculo (C) e seu respectivo diâmetro (d = 2r), isto é, $\pi = \frac{C}{2r}$. Portanto o comprimento do círculo de raio r é C = 2πr.

Agora, vamos observar alguns polígonos regulares inscritos no círculo de raio r. Para isso, tome os polígono regulares de 6, 12 e 18 lados.

No círculo de raio r da figura 41 foi inscrito um polígono regular de 6 lados. Esse polígono regular foi dividido em 6 triângulos isósceles congruentes. Em destaque temos um triângulo isósceles de altura h.

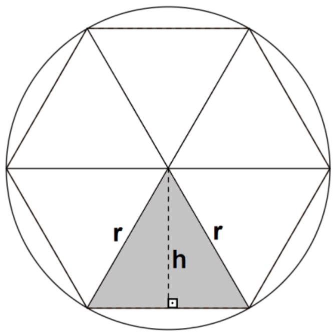


Figura 41: Polígono regular de 6 lados inscrito em um círculo de raio r.

No círculo de raio r da figura 42 foi inscrito um polígono regular de 12 lados. Esse polígono regular foi dividido em 12 triângulos isósceles congruentes. Em destaque temos um triângulo isósceles de altura h.

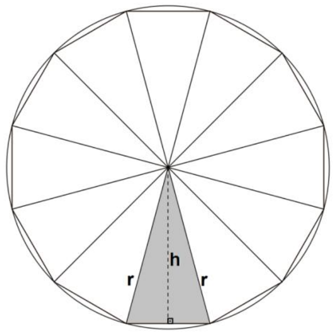


Figura 42: Polígono regular de 12 lados inscrito em um círculo de raio r

No círculo de raio r da figura 43 foi inscrito um polígono regular de 18 lados. Esse polígono regular foi dividido em 18 triângulos isósceles congruentes. Em destaque temos um triângulo isósceles de altura h.

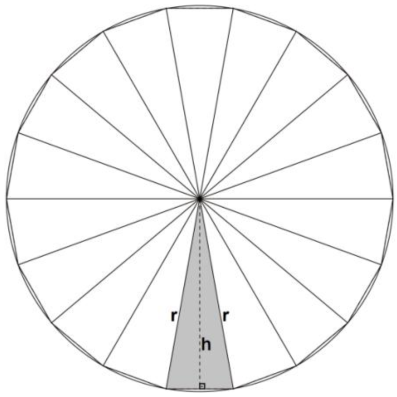


Figura 43: Polígono regular de 18 lados inscrito no círculo de raio r.

Considere agora um polígono regular de n lados inscrito em uma círculo de raio r. Esse polígono regular pode ser dividido em n triângulos isósceles congruentes. À medida que aumentamos o número n de lados desse polígono regular, cada um dos triângulos isósceles se aproxima cada vez mais de um setor circular de raio r de modo que a base desse triângulo tende a $\frac{2\pi r}{n}$ (que é o comprimento do arco do círculo onde n é a quantidade de lados do polígono regular inscrito no círculo de raio r). A altura desses triângulos isósceles se aproxima cada vez mais do raio r do círculo. Logo, a área de cada triângulo isósceles do polígono regular de n lados se aproxima cada vez mais de $\frac{\frac{2\pi r}{n}\,.\,r}{2} = \frac{2\pi r.r}{2n} = \frac{\pi r^2}{n}$. Como o polígono regular foi dividido em n triângulos isósceles congruentes, a área do polígono regular tende a $n\,.\,\frac{\pi r^2}{n} = \pi r^2$.

Portanto, a cada vez que aumentamos o número de lados do polígono regular, esse polígono regular se aproxima cada vez mais de um círculo. Se tomarmos o número de lados desse polígono suficientemente grande, sua área se aproxima cada vez mais de πr^2.

Observação: a área de um setor circular é proporcional ao seu ângulo α e ao comprimento do arco correspondente ℓ.

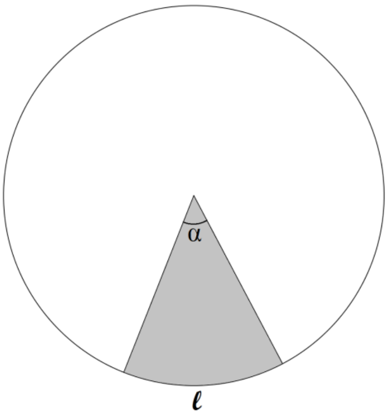


Figura 44: Setor circular de ângulo α e comprimento ℓ

6.2.11. ÁREA DE UMA REGIÃO FECHADA QUALQUER

Considere uma região fechada qualquer como na figura 45.

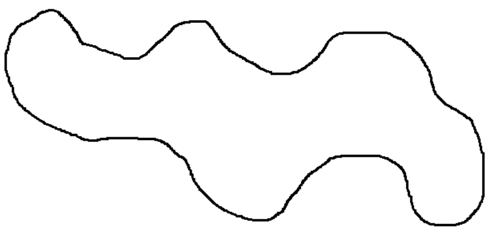


Figura 45: Região fechada qualquer

Queremos encontrar uma maneira de calcular a área dessa região. Para isso desenhe essa região fechada em uma folha de papel de boa qualidade. Sobre esse mesmo papel, desenhe um quadrado cuja área pode ser facilmente calculada, como mostra a figura 46.

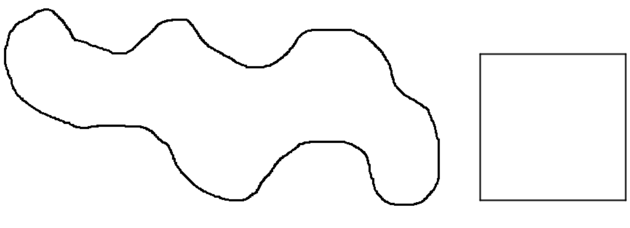


Figura 46: Região fechada ao lado de um quadrado

Recorte nos contornos da região que se quer obter a área e o quadrado de área conhecida. Com a ajuda de uma balança de precisão, encontre a massa da região e do quadrado. Com essas três informações (área do quadrado, massa do quadrado e massa da região fechada) monte uma regra de três para encontrar a área dessa região.

Área do quadrado _________________ massa do quadrado

x _________________ massa da região

Veremos no próximo capítulo alguns conceitos de média. Esses conceitos serão necessários para a construção e interpretação de gráficos que serão feitos a partir de informações referentes a distribuição de chuva mensal.

7. MÉDIAS

Algumas das noções mais importantes para o desenvolvimento posterior desse trabalho é a idéia de média. Uma média de uma lista de números é um valor tal que se pode substituir cada um dos números dessa lista por esse valor de modo que não se altera uma determinada característica dessa lista. Estudaremos aqui quatro tipos de médias.

7.1. MÉDIA ARITMÉTICA

A média aritmética é a mais simples de todas as médias. Ela possui a característica de que se podem substituir cada um dos números da lista por um valor de modo que a soma dos números dessa lista não se altera.

Considere uma lista de números $x_1, x_2, x_3, ..., x_n$. A média aritmética dessa lista é definido como o número $\bar{x}$ tal que $x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n = \bar{x} + \bar{x} + \bar{x} + ... + \bar{x} = n.\bar{x}$. Portanto a média aritmética dessa lista é dada por $\bar{x} = \dfrac{x_1 + x_2 + x_3 + ...+ x_n}{n}$. Por exemplo, a média aritmética da lista de números 1, 4, 8, 11 e 26 é $\dfrac{1 + 4 + 8 + 11 + 26}{5} = \dfrac{50}{5} = 10$.

7.2. MÉDIA GEOMÉTRICA

A média geométrica possui a característica de que se podem substituir cada um dos números da lista por um valor de modo que o produto dos números dessa lista não se altera.

Considere uma lista de números positivos $x_1, x_2, x_3, ..., x_n$. A média geométrica dessa lista de n números é o número positivo g tal que $x_1.x_2.x_3...x_n = g.g.g...g = g^n$. Portanto a média geométrica dessa lista é dada por g =

$\sqrt[n]{x_1 \,.\, x_2 \,.\, x_3 \,...\, x_n}$. Por exemplo, a média geométrica da lista de números 1, 2, 8 e 16 é $\sqrt[4]{1.2.8.16} = \sqrt[4]{256} = 4$

Observação: A média geométrica só está definida para uma lista de números em que cada um deles é positivo. Caso contrário, a média geométrica poderia não existir. Por exemplo, não existe média geométrica para a lista de números 1 e – 4.

7.3. MÉDIA HARMÔNICA

A média harmônica possui a característica de que se podem substituir cada um dos números da lista por um valor de modo que a soma dos inversos dos números da lista não se altera.

Considere uma lista de números positivos x_1, x_2, x_3, ..., x_n. A média geométrica desses n números é o número positivo h tal que $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \cdots + \frac{1}{x_n} = \frac{1}{h} + \frac{1}{h} + \frac{1}{h} + \cdots + \frac{1}{h} = \frac{n}{h}$. Portanto a média harmônica dessa lista de números é dada por h = $\frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \cdots + \frac{1}{x_n}}$. Portanto a média harmônica é o inverso da média aritmética dos inversos dos números da lista. Por exemplo, a média harmônica da lista de números 2, 3, 6 e 12 é $\frac{4}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}} = \frac{4}{\frac{13}{12}} = \frac{48}{13}$.

Observação: A média harmônica só está definida em uma lista de números em que cada um deles é positivo. Caso contrário a média harmônica poderia não existir. Por exemplo, não existe média harmônica para a lista de números – 5 e 5.

Os exemplos abaixo ilustram três aplicações em que são utilizados os conceitos de média aritmética, geométrica e harmônica.

Exemplo 1: A precipitação (quantidade de chuva) no município de Vila Pavão – ES nos meses de outubro, novembro e dezembro do ano 2012 foram, respectivamente, 15,6mm, 360,5mm e 2,8mm. Qual foi a precipitação média nesse trimestre?

Solução: Primeiro temos que analisar qual tipo de média devemos calcular. Queremos uma média P tal que, se a precipitação mensal fosse sempre igual a P, a precipitação trimestral seria a mesma. A precipitação trimestral foi de 15,6 + 360,5 + 2,8. Se em todos os meses a precipitação fosse igual a P, a precipitação trimestral seria igual a 3P. Logo, 3P = 15,6 + 360,5 + 2,8 e

$P = \frac{15,6 + 360,5 + 2,8}{3} = \frac{378,9}{3} =$ 126,3. Logo, a média desejada é a média aritmética.

Exemplo 2: A precipitação no município de Vila Pavão – ES em 2012 nos meses de setembro e outubro aumentou em relação ao seu respectivo mês anterior. As taxas de aumento foram de 25% e 85%, respectivamente. Qual foi a taxa média de aumento mensal nesse período?

Solução: Primeiro temos que analisar qual tipo de média devemos calcular. Queremos uma taxa média i tal que, se em todos os meses a taxa de aumento fosse igual a i, o aumento no período seria o mesmo. O aumento no período foi de 131,25%, pois 1,25 . 1,85 – 1 = 1,3125 = 131,25%. Se nos dois tivéssemos um aumento de taxa i, teríamos um aumento de $(1 + i)^2 - 1$. Então:

$(1 + i)^2 - 1 = 1,25 \cdot 1,85 - 1$

$(1 + i)^2 = 1,25 \cdot 1,85$

$1 + i = \sqrt{1,25 \cdot 1,85} = \sqrt{2,3125} \cong 1,5207$

$i \cong 1,5207 - 1 = 0,5207 = 52,07\%$

Logo, a média procurada era a média geométrica. A taxa média foi de 52,07% ao mês.

Exemplo 3: Três propriedades rurais de Vila Pavão – ES são administradas por sócios, cada uma com respectivamente, 2, 3 e 4 sócios. No ano de 2012 foram colhidas 720 sacas de café em cada uma dessas propriedades e estas foram divididas igualmente entre seus respectivos sócios. Qual foi a quantidade média de sacas de café recebida por cada sócio?

Solução: Primeiro temos que analisar qual tipo de média devemos calcular. Queremos uma média tal que, se todas as quantidades fossem iguais a essa média, a quantidade total seria a mesma. Essa é precisamente a média aritmética. Temos que: $\frac{720}{2}$ = 360, $\frac{720}{3}$ = 240 e $\frac{720}{4}$ = 180. Logo a quantidade média de café recebida por cada sócio foi de $\frac{360 + 240 + 180}{3} = \frac{780}{3}$ = 260 sacas.

Observe que a média aritmética da quantidade de café recebida por cada sócio é igual a:

$$\frac{720 \cdot \frac{1}{2} + 720 \cdot \frac{1}{3} + 720 \cdot \frac{1}{4}}{3} = 720 \cdot \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{3} = 720 \div \frac{3}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}$$

Observe que $\frac{3}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}$ é a média harmônica das quantidades de sócios de cada propriedade.

7.4. MÉDIA QUADRÁTICA

A média quadrática de uma lista de números $x_1, x_2, x_3, ..., x_n$ é o valor q definido por q = $\sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \cdots + x_n^2}{n}}$. A média quadrática é a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos números da lista. Por exemplo, a média quadrática da lista de números 1, 5, 7 e 8 é $\sqrt{\frac{1^2+5^2+7^2+8^2}{4}}$ =

$\sqrt{\frac{1+25+49+64}{4}} = \sqrt{\frac{139}{4}} = \sqrt{34{,}75}$ = 5,89.

A partir daqui quando quisermos nos referir à média aritmética escreveremos apenas média.

Nas próximas seções iremos quantificar os números de uma lista de modo a verificar o quanto esses números estão próximos ou afastados da média.

7.5. MEDIDAS DE DISPERSÃO EM RELAÇÃO À MEDIA

Considere as listas de números L_1, L_2 e L_3 abaixo:

L_1: 8, 9, 11 e 12 L_2: 7, 8, 10 e 15 L_3: 1, 5, 16 e 18

Observe que:

A média da lista L_1 é $\frac{8+9+11+12}{4} = \frac{40}{4} =$ 10.

A média da Lista L_2 é $\frac{7+8+10+15}{4} = \frac{40}{4} =$ 10

A média da lista L_3 é $\frac{1+5+16+18}{4} = \frac{40}{4} =$ 10.

Apesar das três listas apresentarem médias iguais, isso não significa que os números da lista são iguais. Em diferentes listas que possuem o mesmo valor da média, os números podem estar mais afastados ou mais próximos da média, ou seja, a média por si só não nos dá informações suficientes para deduzir o quanto os números de uma lista estão próximos entre si. Existem alguns métodos que indicam o quanto esses números estão próximos em relação à média. O objetivo desses métodos é quantificar a dispersão dos números de uma lista. O método que usaremos é obtido calculando o valor da raiz quadrada da média dos quadrados dos seus erros (diferença entre cada número da lista pela média). Esse número será chamado de desvio padrão da lista de números. Quanto maior for esse número significa que os números da lista estão mais dispersos, ou seja, estão mais afastados da média.

7.5.1. DESVIO PADRÃO

Considere uma lista de números x_1, x_2, x_3, ..., x_n de média $\bar{x}$. O desvio padrão σ dessa lista é dado por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2+(x_3-\bar{x})^2+\cdots+(x_n-\bar{x})^2}{n}}$$

Exemplo: Considere novamente as listas de números L_1, L_2 e L_3 mencionadas anteriormente.

L_1: 8, 9, 11 e 12 L_2: 7, 8, 10 e 15 L_3: 1, 5, 16 e 18

Temos que a média de cada uma dessas três listas é igual a 10. Então temos que:

● O desvio padrão da lista L_1 é:

$$\sqrt{\frac{(8-10)^2+(9-10)^2+(11-10)^2+(12-10)^2}{4}} = \sqrt{\frac{(-2)^2+(-1)^2+1^2+2^2}{4}} =$$

$$\sqrt{\frac{4+1+1+4}{4}} = \sqrt{\frac{10}{4}} = \sqrt{2,5} = 1,58$$

● O desvio padrão da lista L_2 é:

$$\sqrt{\frac{(7-10)^2+(8-10)^2+(10-10)^2+(15-10)^2}{4}} = \sqrt{\frac{(-3)^2+(-2)^2+0^2+5^2}{4}} =$$

$$\sqrt{\frac{9+4+0+25}{4}} = \sqrt{\frac{38}{4}} = \sqrt{9{,}5} = 3{,}08$$

● O desvio padrão da lista L_3 é:

$$\sqrt{\frac{(1-10)^2+(5-10)^2+(16-10)^2+(18-10)^2}{4}} = \sqrt{\frac{(-9)^2+(-5)^2+6^2+8^2}{4}} =$$

$$\sqrt{\frac{81+25+36+64}{4}} = \sqrt{\frac{206}{4}} = \sqrt{51{,}5} = 7{,}18$$

Apesar do valor da média ser igual nas três listas seus respectivos desvios padrões apresentam valores diferentes. Os desvios padrões das listas L_1, L_2 e L_3 são, respectivamente, 1,58, 3,08 e 7,18. Isso significa que, os números da lista L_1 estão menos dispersos em relação à média e os números da lista L_3 estão mais dispersos em relação à média.

8. CONSTRUÇÃO DO PLUVIÔMETRO

O pluviômetro tipo pet que será construído com os alunos terá uma abertura de água do tipo funil com a finalidade de dificultar a evaporação da água da chuva, visto que a água que evaporará terá que passar por uma pequena boca.

Esse pluviômetro será extremamente simples, mas adequado para medir a pluviosidade ao longo de certos períodos, desde que instalado de maneira correta. Nessa atividade, serão aplicados alguns conceitos de matemática, como por exemplo, comprimento e área do círculo, médias, construção de gráficos, transformação de unidades, regra de três simples.

Os materiais necessários para a confecção do pluviômetro são:

● Duas garrafas pets (do tipo coca-cola de 2 litros);

● Régua (de 50 cm e de 30 cm), durex (colorido, largo e dupla face), tesoura, folha de papel A4, calculadora, tela, serrinha.

● Recipientes graduados que permitam medir volumes de líquidos, como por exemplo, tubos graduados de 10 ml e de 100 ml;

● Uma ripa de madeira de aproximadamente 2 metros.

Abaixo descrevemos o passo a passo para a construção do pluviômetro caseiro tipo pet:

Passo 1: Corte um dos pets a 5,2 cm do fundo, como mostra a figura 47 (chamaremos esse de pet 1). Esse recipiente será seu coletor de água da chuva.

Figura 47: Pet cortado a 5,2 cm do fundo

Passo 2: Use a serrinha para cortar a tampa do outro pet (chamaremos esse de pet 2) e coloque a tela para proteção entre a tampa e o pet com o objetivo de eliminar a proliferação do mosquito transmissor da dengue. Corte esse pet a 11,5 cm do bico, como mostra a figura 48. Esse pet funcionará como um funil e será colocado de modo a diminuir a quantidade de água evaporada.

Figura 48: Pet cortado a 11,5 cm do bico

Passo 3: Coloque o pet 2 dentro do pet 1 e use o durex largo para colar os dois pets, conforme mostra a figura 49.

Figura 49: Pet 2 colocado dentro do pet 1

A partir desse momento vamos neste momento graduar o pluviômetro.

Passo 4: Calcule a área de abertura do recipiente por onde entrará a água da chuva (essa área deverá preferencialmente ser calculada em cm^2). Uma dica é encontrar primeiro o comprimento do círculo (pode ser encontrado contornando a abertura do Pet com durex colorido e depois desenrole esse durex sobre a régua de 50 cm). Com essa informação encontre o raio do círculo para calcular sua área. Para calcular a área do círculo, leia o apêndice 1.

Passo 5: Com a folha de papel A4 faça uma tira de aproximadamente 2 cm de largura e comprimento igual ao tamanho do pet 1. Use o durex dupla face para colar essa tira de papel neste pet, conforme a figura 50. É nessa tira que será graduado o nosso pluviômetro.

Passo 6: Vamos fazer os cálculos para graduar nosso pluviômetro. Temos que uma chuva de 1 mm significa que em uma área de 1 m ^{2} choveu 1 litro. Vamos transformar essas duas medidas.

1 m ^{2} = (1 m) ^{2} = (100 cm) ^{2} = 10 000 cm ^{2} e 1 litro = 1000 ml

Então 1 mm de chuva significa que em uma área de 10 000 cm ^{2} choveu 1000 ml.

Usando uma regra de três simples vamos encontrar o que significa uma chuva de 1 mm em nosso pet. No nosso pluviômetro encontramos que o comprimento do círculo é de C = 32,4 cm. Logo como C = 2πr , temos que 32,4 = 2πr

$$\frac{32,4}{2\pi} = r \quad \Longrightarrow \quad r = \frac{32,4}{2\pi} \quad \Longrightarrow \quad r = \frac{16,2}{\pi} \text{ cm}$$

Logo o raio do círculo é r = $\frac{16,2}{\pi}$ cm. Para calcular a área do círculo usamos a fórmula A = πr^2. Então,

$$A = \pi\left(\frac{16,2}{\pi}\right)^2 \quad \Longrightarrow \quad A = \pi\left(\frac{262,44}{\pi^2}\right) \quad \Longrightarrow \quad A = \frac{262,44}{\pi} \text{ cm}^2$$

Logo a área do círculo é A = $\frac{262,44}{\pi}$ cm ^{2}.

Precisamos agora calcular o seguinte: para uma chuva de 1 mm, qual deverá ser a quantidade de água dentro do Pet se a área de abertura é de $\frac{262,44}{\pi}$ cm ^{2}? Vamos aplicar uma regra de três simples para encontrar essa quantidade de água. Usaremos que uma chuva de 1 mm significa que em uma área de 10000 cm^2 choveu 1000 ml.

10 000 cm^2 -------------------- 1000 ml

$\frac{262,44}{\pi}$ cm^2 ------------------- x

10 000 x = $\frac{262440}{\pi}$ $\Longrightarrow$ x = $\frac{262440}{10000\pi}$ $\Longrightarrow$ x = $\frac{26,244}{\pi}$ ml

x $\cong$ 8,354 ml, onde fizemos $\pi \cong 3,14159$.

Ou seja, uma chuva será de 1 mm se dentro do pet contiver 8,354 ml de água. Agora é só usar o tubo graduado para graduar nosso pluviômetro.

A relação entre a intensidade da chuva (em mm) e a quantidade de água necessária dentro do pet (em ml) se encontra no apêndice 2.

Passo 7: Cole sobre a tira de papel o durex largo evitando dessa forma que ele se molhe.

Passo 8: Use a ripa de madeira e posicione o pluviômetro na posição vertical a aproximadamente 1,50 m de altura de maneira que não vire com o vento ou devido a qualquer outro fator. Essa ripa deve ser colocada no chão em local aberto longe de árvores, casas, etc., conforme representado na figura 50.

Figura 50: Pluviômetro pronto para receber água da chuva

8.1 APÊNDICE 1: CÁLCULO DA ÁREA POR ONDE ENTRARÁ A ÁGUA DA CHUVA NO PLUVIÔMETRO

A abertura do pet é formada por um círculo e para calcular sua área devemos aplicar a fórmula $A = \pi r^2$, onde r é o raio do círculo e $\pi \cong 3{,}14159$. Como esse raio deverá ter a maior precisão possível, podemos encontrá-lo da seguinte maneira: Use o durex para dar uma volta completa em torno da parte exterior de entrada da água do pet 1. Desenrole-o sobre a régua de 50 cm para medir o comprimento do círculo. Com esse comprimento, encontraremos o raio do círculo com uma boa precisão. Basta usar a fórmula $C = 2\pi r$, onde C é o comprimento do círculo (comprimento do durex desenrolado). Com o valor de r obtido, use este valor na fórmula $A = \pi r^2$ para encontrar a área do círculo.

8.2 APÊNDICE 2: TABELA COM A QUANTIDADE DE ÁGUA (EM ML) NECESSÁRIA PARA GRADUAR O PLUVIÔMETRO EM (MM)

A tabela abaixo fornece a relação entre a intensidade da chuva (em mm) e a quantidade de água que deverá conter dentro do pluviômetro (em ml).

mm	ml	mm	ml
1	8,354	**95**	793,604
2	16,607	**100**	835,372
3	25,061	**105**	877,141
4	33,415	**110**	918,910
5	41,769	**115**	960,678
10	83,537	**120**	1 002,447
15	125,306	**125**	1 044,216
20	167,074	**130**	1 085,984
25	208,843	**135**	1 127,753
30	250,612	**140**	1 169,521
35	292,380	**145**	1 211,290
40	334,149	**150**	1 253,059
45	375,918	**155**	1 294,827
50	417,686	**160**	1 336,596
55	459,455	**165**	1 378,365
60	501,223	**170**	1 420,133
65	542,992	**175**	1 461,902
70	584,761	**180**	1 503,670
75	626,529	**185**	1 545,439
80	668,298	**190**	1 587,208
85	710,067	**195**	1 628,976
90	751,835	**200**	1 670,745

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como preocupação primordial suprir algumas deficiências da falta de contextualização de conceitos de Matemática na realidade local dos alunos que cursam a 3ª Série do Ensino Médio no município de Vila Pavão – ES.

Verificou-se que a maioria dos alunos que estão concluindo o nível médio de ensino nesse município reside na zona rural e esses, em sua maioria, são filhos de pequenos produtores rurais que vivem principalmente do cultivo de café e da produção de leite e que, para alcançar melhores produtividades, necessitam de água para irrigação tanto nas lavouras quanto nos pastos em períodos em que a quantidade de chuva é pequena.

Neste trabalho, buscou-se desenvolver uma metodologia de ensino em geometria e estatística, de forma contextualizada, aplicando estes à realidade local visando à melhoria do ensino aprendizagem. Como recurso didático, utilizou-se a construção do pluviômetro e a confecção de um calendário juntamente com gráficos da distribuição de chuvas ao longo dos meses no período de 1994 a 2012.

Dessa forma, ensinar os conteúdos de matemática de forma contextualizada possibilitará um espaço para reflexão e interação com os alunos sobre os conhecimentos da sua realidade local comparando-as com outras realidades, integrando o conteúdo de matemática, as experiências e os conhecimentos prévios dos alunos como fatores importantes para o desenvolvimento da proposta didática.

Foi observado que os alunos sentem muita dificuldade em interpretar situações problemas que estão presentes em seu dia a dia na realidade local, principalmente no que se refere aos conhecimentos e aplicação das formas geométricas. É importante que o aluno tenha um bom grau de abstração dos conceitos geométricos para resolver problemas da realidade concreta.

A construção do pluviômetro como metodologia de ensino de conceitos matemáticos mostrou que a aplicação do conhecimento teórico é de extrema relevância para que o aluno tenha um aprendizado significativo. Dessa forma, os conteúdos aprendidos em sala de aula passam a ser visto como ferramentas para serem utilizados no meio em que estão inseridos e não apenas como um conjunto de conhecimentos que só servem para quem pretende cursar o ensino superior.

Considerando que os alunos são, em sua maioria, filhos de pequenos agricultores, com possibilidades de serem os futuros produtores rurais neste município, espera-se que utilizem os conhecimentos construídos na prática buscando minimizar os efeitos da irregularidade de chuvas na região interferindo na produtividade agrícola, que é a base da economia do município de Vila Pavão, bem como adquirir uma visão mais crítica sobre a relação da matemática com seu trabalho e com diversos fatores que influenciam na sua qualidade de vida.

10. ANEXOS

10.1 CALENDÁRIO 2013 E A PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE VILA PAVÃO – ES EM CADA MÊS NO PERÍODO 1994 – 2012

Legenda: mês chuvoso — mês parcialmente chuvoso — mês seco

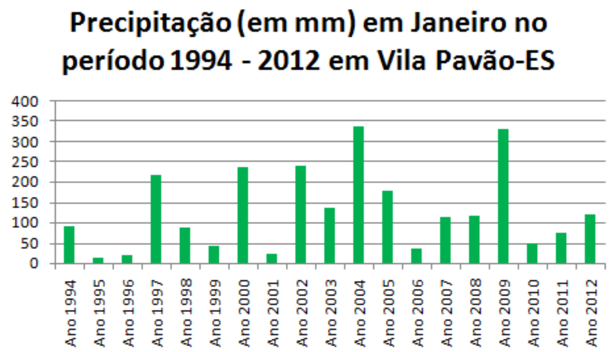
JANEIRO DE 2013

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

01: Confraternização Universal

05: Minguante — 18: Crescente

11: Nova — 27: Cheia



FEVEREIRO DE 2013

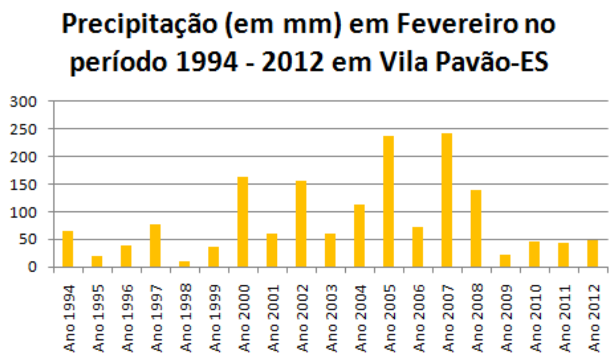
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		

12: Carnaval — 13: Cinzas

03: Minguante — 17: Crescente

10: Nova — 25: Cheia

16: Fim do Horário de Verão



MARÇO DE 2013

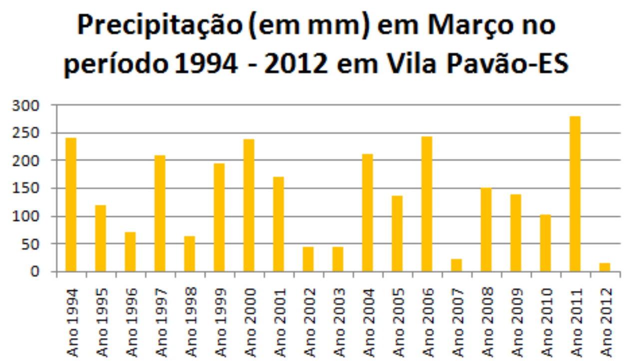
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

29: Paixão de Cristo — 31: Páscoa

04: Minguante — 19: Crescente

11: Nova — 27: Cheia

20: Início do Outono



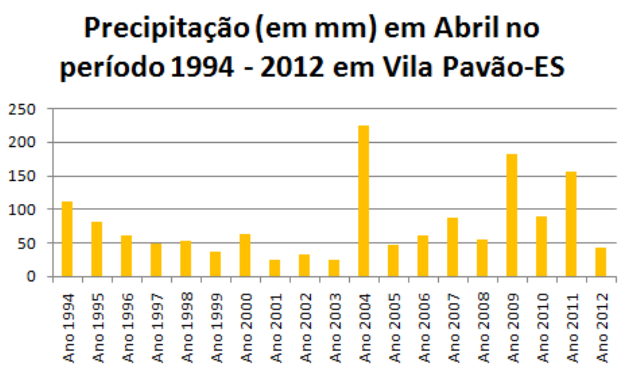
ABRIL DE 2013

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

21: Tiradentes

03: Minguante — 18: Crescente

10: Nova — 25: Cheia

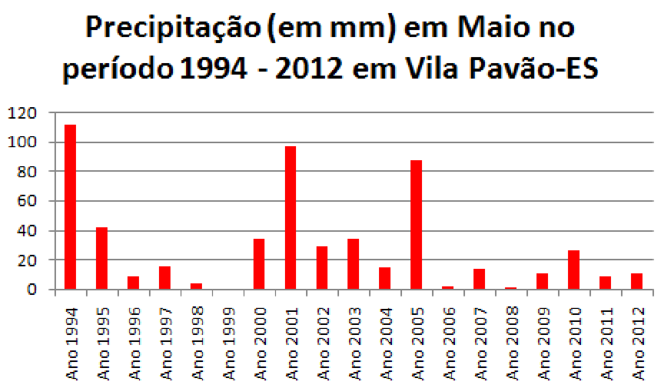


CALENDÁRIO 2013 E A PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE VILA PAVÃO – ES EM CADA MÊS NO PERÍODO 1994 – 2012

Legenda: mês chuvoso   mês parcialmente chuvoso   mês seco

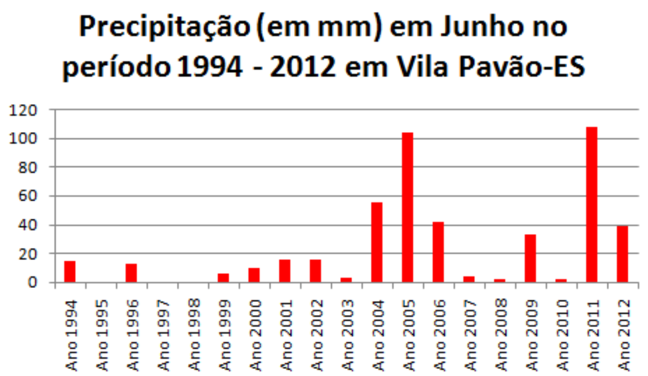
MAIO DE 2013						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

1: Dia do Trabalho   12: Dia das Mães
30: Corpus Christi
02/31: Minguante   18: Crescente
09: Nova   25: Cheia



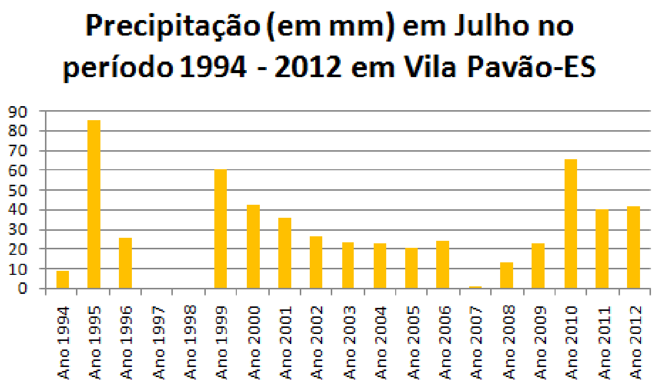
JUNHO DE 2013						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

29: São Pedro
08: Nova   23: Cheia
16: Crescente   30: Minguante
21: Início do Inverno



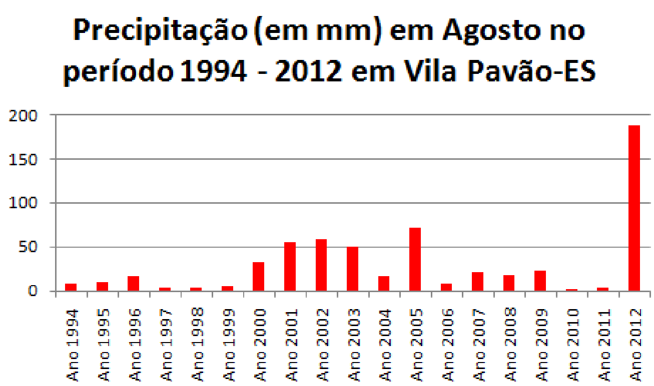
JULHO DE 2013						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

1: Emancipação Política de Vila Pavão
08: Nova   22: Cheia
16: Crescente   29: Minguante



AGOSTO DE 2013						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

11: Dia dos Pais
06: Nova   20: Cheia
14: Crescente   28: Minguante



CALENDÁRIO 2013 E A PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE VILA PAVÃO – ES EM CADA MÊS NO PERÍODO 1994 – 2012

Legenda: mês chuvoso — mês parcialmente chuvoso — mês seco

SETEMBRO DE 2013

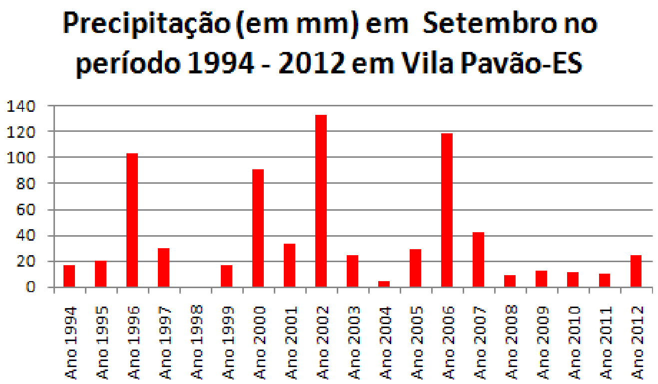
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

07: Independência do Brasil

05: Nova — 19: Cheia

12: Crescente — 27: Minguante

22: Início da Primavera



OUTUBRO DE 2013

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

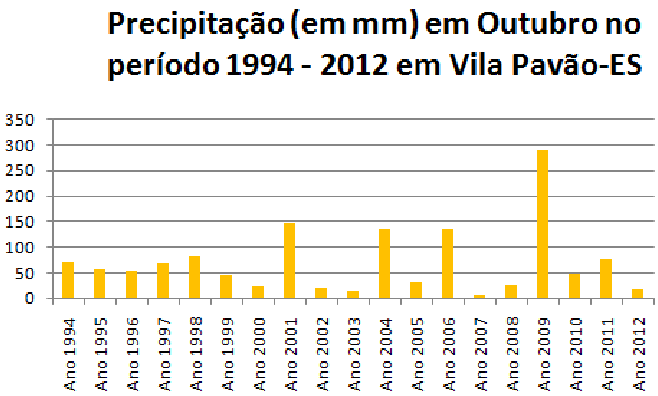
12: Nossa Senhora Aparecida

31: Reforma Luterana

04: Nova — 18: Cheia

11: Crescente — 26: Minguante

20: Início do Horário de Verão



NOVEMBRO DE 2013

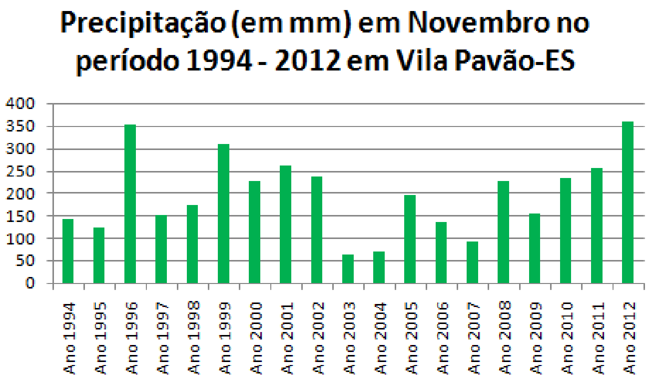
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

02: Finados

15: Proclamação da República

03: Nova — 17: Cheia

10: Crescente — 25: Minguante



DEZEMBRO DE 2013

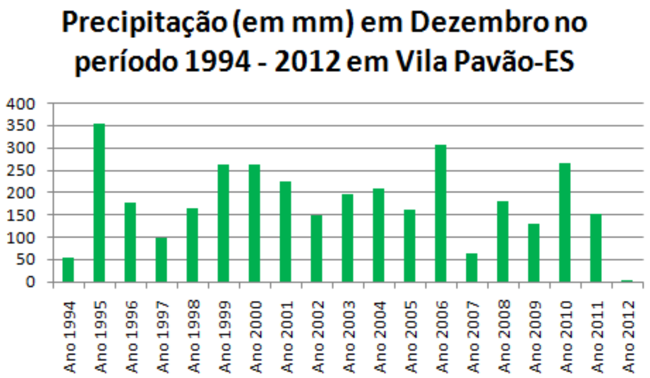
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

25: Natal

02: Nova — 17: Cheia

09: Crescente — 25: Minguante

21: Início do Verão



10.2 QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

1) Qual é o nível de escolaridade dos seus pais?

Pai
( ) Nunca frequentou a escola
( ) 1ª a 4ª série incompleta
( ) 1ª a 4ª série completa
( ) 5ª a 8ª série incompleta
( ) 5ª a 8ª série completa
( ) Ensino médio incompleto
( ) Ensino médio completo
( ) Ensino superior incompleto
( ) Ensino superior completo

Mãe
( ) Nunca frequentou a escola
( ) 1ª a 4ª série incompleta
( ) 1ª a 4ª série completa
( ) 5ª a 8ª série incompleta
( ) 5ª a 8ª série completa
( ) Ensino médio incompleto
( ) Ensino médio completo
( ) Ensino superior incompleto
( ) Ensino superior completo

2) Onde os seus pais moram?
( ) na zona urbana   ( ) na zona rural

Continue respondendo apenas se os seus pais morarem na zona rural.

3) Qual é a distância entre a casa em que seus pais moram e o Centro de Vila Pavão? Aproximadamente ________ km

4) Em relação à propriedade em que seus pais moram, eles são:
( ) donos   ( ) meeiros   ( ) empregados

5) Quais são as principais atividades econômicas da propriedade em seus pais moram?
( ) Cultivo de café
( ) Criação de gado leiteiro
( ) Outra atividade. Qual? ___________________________

6) Na propriedade em que seus pais moram possui irrigação?

( ) Não

( ) Sim. Ela é utilizada para irrigar o quê? ___________________________

7) O pluviômetro é um instrumento utilizado para medir a quantidade de chuva em um dado intervalo de tempo. Você já teve contato com algum pluviômetro?

( ) Não

( ) Sim. Onde? _________________________

Continue respondendo apenas se os seus pais forem proprietários de terra

8) Qual é o tamanho da propriedade onde seus pais moram:

( ) entre 0 e 5 alqueires

( ) entre 5 e 10 alqueires

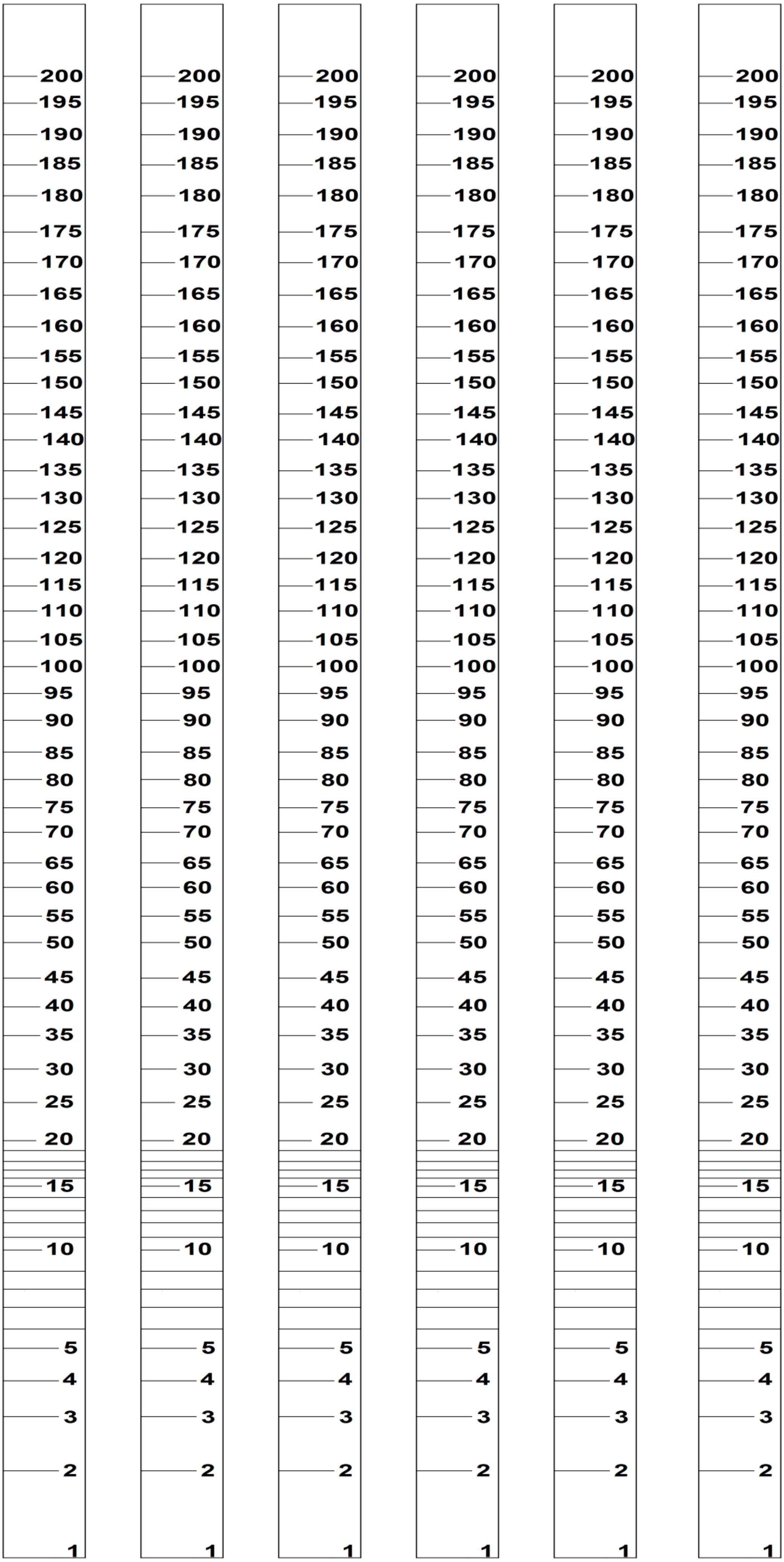
( ) entre 10 e 20 alqueires

( ) entre 20 e 50 alqueires

( ) mais de 50 alqueires

10.3 GRADUAÇÃO PARA SER COLOCADA NO PLUVIÔMETRO

Segue abaixo a graduação para ser colada no pluviômetro. A finalidade dessa graduação é estimar a quantidade de chuva em um determinado período de tempo. O comprimento dessa graduação deverá ser de 27,2 cm.


200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 4 3 2 1
200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 4 3 2 1
200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 4 3 2 1
200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 4 3 2 1
200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 4 3 2 1
200 195 190 185 180 175 170 165 160 155 150 145 140 135 130 125 120 115 110 105 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 4 3 2 1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, **Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica: Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio**. Documento Base. Brasília: SEMTEC/MEC, 2007.

GRIPPI, Sidney. Atuação **Responsável & Desenvolvimento Sustentável: Os grandes desafios do século XXI.** Interciência, 2005.

MORIN, Edgar, **Os sete saberes necessários à educação do Futuro**. 2. Ed. Brasília: Cortez, 2007.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. 39 ed. São Paulo, Cortez/Autores Associados, 2007.

____. **A religação dos saberes. O desafio do século XXI**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

PARO, Vitor Henrique. **Educação como exercício do Poder. Crítica ao senso comum em educação.** São Paulo: Cortez, 2008.

LIMA, Elon Lages et al. **A Matemática do Ensino Médio, Volume 2**, Coleção do Professor de Matemática – Sociedade Brasileira de Matemática, Rio de Janeiro, 1998.

Dante, Luiz Roberto. Matemática, volume único. Luiz Roberto Dante. 1ª edição. São Paulo. Editora Ática. 2005.

Multicurso Ensino Médio: Matemática, primeira série. Ana Lúcia Bordeaux et al. 3ª edição. Rio de Janeiro. Fundação Roberto Marinho. 2008.

Lima, Elon Lages. **Temas e Problemas Elementares**. Elon Lages Lima, Paulo Cezar Pinto Carvalho, Eduardo Wagner, Augusto César Morgado. 2ª edição. Rio de Janeiro. Coleção do Professor de Matemática. SBM. 2006.

Lima. Elon Lages. **Medida e Forma em Geometria**. Elon Lages Lima. Rio de Janeiro. Coleção do Professor de Matemática. SBM, 1994.

BARBOSA, João Lucas Marques, **Geometria Euclidiana Plana**, Coleção do Professor de Matemática – Sociedade Brasileira de Matemática, Barbosa, Fortaleza, 1994.

LIMA, Elon Lages, **Exame de Textos: Análise de livros de Matemática para o Ensino Médio**, VITAE, IMPA, SBM, Rio de Janeiro, 2001.

Eureka. Número 25. 2007. Olimpíada Brasileira de Matemática. Sociedade Brasileira de Matemática.

Giovanni, José Ruy. Matemática completa. José Ruy Giovanni, José Roberto Bonjorno. 2ª edição. São Paulo. FTD. 2005. Coleção Matemática completa.

Pinheiro, Leonardo Couri. ARTIGOS. São Paulo. 2009. Leonardo Couri Pinheiro. http://www.defesacivil.uff.br/artigos-congressos.php. ANAIS ELETRÔNICOS -. Acesso em 08/10/2012.

Incaper, Escritório Local de Desenvolvimento Rural de Vila Pavão. Rua Vasco Coutinho 65, Centro, Vila Pavão – ES. Telefone: (27) 3753-1032. Email: vilapavao@incaper.es.gov.br

PLANO Municipal de desenvolvimento rural sustentável de Vila Pavão. [Espírito Santo]: 2004/2005 – 25f.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. www.ibge.gov.br/home/estatistica/.../total_populacao_espirito_santo.pdf.