



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO BAIXO TOCANTINS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA

JOEL RODRIGUES SERRÃO

CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS PRESENTES NAS
FERRAMENTAS MANUAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

ABAETETUBA-PA
2022

JOEL RODRIGUES SERRÃO

**CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS PRESENTES NAS
FERRAMENTAS MANUAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Licenciatura em Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Campus Universitário de Abaetetuba, Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

S487c Serrão, Joel Rodrigues.
CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS
PRESENTES NAS FERRAMENTAS MANUAIS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL / Joel Rodrigues Serrão. — 2022.
46 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba, Curso de
Matemática, Abaetetuba, 2022.

1. Conceitos Físicos e Matemáticos. 2. Ferramentas
manuais. 3. Conhecimentos empíricos e científico. I. Título.

CDD 510.2462

JOEL RODRIGUES SERRÃO

**CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS PRESENTES NAS
FERRAMENTAS MANUAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso orientado pelo Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa, apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Matemática da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Campus universitário de Abaetetuba da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção de grau de licenciado em Matemática.

Aprovado em: _____/_____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa
Membro – FADECAM/Campus de Abaetetuba/UFPA

Prof. Ms. José Maria dos Santos Lobato Júnior
Membro Externo/-IFPA

Prof. Ms. Tonival de Sarges Corrêa
Membro Externo/-SEDUC-PA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar faço meu registro de gratidão a Deus, o qual é a fonte suprema e inesgotável de todo o conhecimento e sabedoria. Aquele que concede o dom da vida.

Todo sucesso que alcançamos na vida, é resultado de um esforço cooperativo de pessoas habilidosas que serviram com paixão, talento e experiência num propósito em comum. Tornamo-nos um somatório de todos aqueles com quem nos relacionamos e aprendemos. E como forma de reconhecimento vale apenas destacar aqueles que marcaram a nossa trajetória acadêmica.

Quero também agradecer a minha bela, amada e inspiradora esposa Simoni e aos meus amados filhos Jhully e João Fellipy, que me apoiaram e compreenderam durante o desenvolvimento do curso. Esses que são o motivo de toda essa busca que faço para o bem de todos.

Aos meus pais João e Maria Benedita. A eles meu amor e respeito, que sempre me incentivaram durante todo o processo acadêmico.

Ao meu orientador José Francisco da Silva Costa que cooperou e auxiliou durante a preparação desse trabalho de conclusão de curso. Homem humilde e estimado de elevada referência e com uma admirável bagagem de conhecimento.

A todos os amigos, colegas de turma e professores. Que contribuíram de forma significativa para que essa etapa acadêmica fosse concluída. Grato a todos.

CONHECIMENTOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS PRESENTES NAS FERRAMENTAS MANUAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Autor: Joel Rodrigues Serrão

Orientador: Prof. Dr. José Francisco da Silva Costa

Banca: Prof. Ms. José Maria dos Santos Lobato Júnior e Prof. Ms. Tonival de Sarges Corrêa

RESUMO

Esse trabalho de conclusão de curso, tem como tema conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil. Para desenvolver essa abordagem, utiliza-se uma pesquisa de caráter bibliográfica e de campo com três profissionais da construção civil no sentido de avaliar o conhecimento que possuem das teorias da Física e da Matemática presentes nas ferramentas manuais que utilizam no cotidiano. Busca-se comparar a ligação entre o empírico oriundo das experiências desses profissionais com os conhecimentos científico para constatar o elo entre os dois conhecimentos. Conclui-se a pesquisa considerando que apesar dos entrevistados não conhecerem a parte científica (ligada aos conceitos de pressão para as ferramentas cortantes, a hidrostática inserida na lei de Stevin utilizada no nível de mangueira, o compasso, esquadro e a linha de nylon relacionadas com o conceito de ângulos, círculo, circunferência e retas), conseguiram a partir do conhecimento empírico mostrar os mesmos resultados previstos pelas formulações matemáticas e teorias físicas inseridas nas ferramentas usadas na construção civil por esses profissionais entrevistados.

Palavras-Chaves: Conceitos Físicos e Matemáticos; Ferramentas manuais; Conhecimentos empíricos e científico.

ABSTRACT

This course conclusion work has as its theme the physical and mathematical knowledge present in the manual tools of civil construction. In order to develop this approach, a bibliographic and field research is used with three civil construction professionals in order to assess their knowledge of the theories of Physics and Mathematics present in the manual tools they use in everyday life. We seek to compare the link between the empirical evidence derived from the experiences of these professionals and the scientific knowledge in order to verify the link between the two types of knowledge. The research is concluded considering that although the interviewees do not know the scientific part (linked to the concepts of pressure for cutting tools, the hydrostatics inserted in Stevin's law used in the hose level, the compass, the square and the line that are related with the concept of angles and lines), based on empirical knowledge, were able to show the same results predicted by the mathematical formulations and theories inserted in the tools used in civil construction by these professionals interviewed..

Keywords: Physical and Mathematical Concepts; Hand tools; Empirical and scientific knowledge.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 6 |
| 1.1. OBJETIVO GERAL | 7 |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 7 |
| 1.3. JUSTIFICATIVA..... | 7 |
| 2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO HUMANO AO LONGO DA HISTÓRIA | 8 |
| 2.1. O TRABALHO HUMANO E A HISTÓRIA | 8 |
| 3. TEORIAS DA FÍSICA E DA MATEMÁTICA APLICADAS NAS FERRAMENTAS DO PROFISSIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL | 12 |
| 3.1. O CAMPO GRAVITACIONAL TERRESTRE E A UTILIDADE DO PRUMO..... | 12 |
| 3.2. A PRESSÃO NO USO DAS FERRAMENTAS CORTANTES | 15 |
| 3.3. A LEI DE STEVIN E O NÍVEL DE MANGUEIRA DE BORRACHA..... | 17 |
| 3.4. O TORQUE E APLICAÇÃO NA RETIRADA DE UM PREGO..... | 20 |
| 3.5. O ESQUADRO E COMPASSO NO USO DAS MEDIDAS EM OBRAS CIVIS..... | 22 |
| 3.5.1. ESQUADRO | 23 |
| 3.5.2. COMPASSO | 26 |
| 3.6. PONTO E A RETA E UTILIZAÇÃO DA LINHA DE NYLON NA EDIFICAÇÃO. | 31 |
| 3.6.1. NA VERTICAL OBSERVA-SE A RETA PERPENDICULAR..... | 33 |
| 3.6.2. NA HORIZONTAL OBSERVAM-SE AS RETAS PARALELAS | 33 |
| 3.6.3. NA DIAGONAL OBSERVA-SE A RETA TRANSVERSAL..... | 34 |
| 4. PESQUISA DE CAMPO REALIZADA COM PROFISSIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ENCONTRO ENTRE A VISÃO DO EMPÍRICO COM O CIENTÍFICO..... | 36 |
| 4.1. METODOLOGIA | 36 |
| 4.2. ENTREVISTAS COM OS TRÊS PROFISSIONAIS | 37 |
| CONCLUSÃO | 43 |
| REFERÊNCIAS | 46 |

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho de conclusão de curso, pretende mostrar conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil. Desde que o homem passou a deixar de ser nômade, buscou construir instrumentos que pudesse facilitar o modo de viver, pois, apenas as habilidades manuais, não eram suficientes para conseguir manter a sobrevivência.

Dessa maneira, ao longo da história muitos instrumentos de foram sendo construídos para ajudar o homem nos trabalhos cotidianos. Tendo em vista a importância da temática, busca-se elaborar um conjunto de instrumentos manuais, como o prumo, martelo, serrote, nível de mangueira, esquadro, compasso e linha de nylon. para mostrar em cada uma, conhecimentos matemáticos e físicos aplicados, analisando no cotidiano do profissional a razão que leva a operar esses instrumentos, embora sem saber as teorias físicas e matemáticos envolvidos.

Com base nessa abordagem, o trabalho visa como objetivo geral, verificar conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil e como objetivos específicos, compreender o desenvolvimento do trabalho humano ao longo da história, verificar as teorias da Física e da Matemática com aplicação nas ferramentas do profissional da construção civil; mostrar a partir de uma pesquisa realizada de campo com profissionais da obra, a maneira como compreendem os instrumentos que utilizam, buscando realizar esse conhecimento com o científico.

Para alcançar esses objetivos, desenvolvem-se os conceitos e formulação de força gravitacional relacionada com a utilização do prumo, o conceito de pressão e aplicação nos instrumentos cortantes, a lei de Stevin com aplicabilidade no nível der mangueira para determinar a altura entre dois pontos que apresentam plano de referência regular ou irregular. Conceitos matemáticos de ângulos com a utilização do esquadro e compasso, seguimentos de retas para compreender aplicabilidade da linha usada na construção civil.

Toda essa teoria se torna fundamental para mostrar que os instrumentos manuais utilizados por profissionais da construção civil, tem uma ligação direta com as teorias físicas e matemáticas o que seria interessante que os profissionais compreendessem essas teorias de modo que analisasse não apenas do ponto de vista do empírico, mas também do ponto de vista científico. Em todo caso, espera-se que a teoria desenvolvida ao longo dessa pesquisa bibliográfica e exploratória, contribua para aqueles que pretendem compreender como a Física e a Matemática estão relacionadas nas ferramentas utilizadas por profissionais da construção civil.

1.1. OBJETIVO GERAL

Verificar conhecimentos físicos e matemáticos presentes nas ferramentas manuais da construção civil.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Compreender o desenvolvimento do trabalho humano ao longo da história.

Verificar as teorias da Física e da Matemática com aplicação nas ferramentas do profissional da construção civil.

Mostrar a partir de uma pesquisa realizada de campo com profissionais da obra, a maneira como compreendem os instrumentos que utilizam, buscando realizar esse conhecimento com o científico.

1.3. JUSTIFICATIVA

Justifica-se essa pesquisa considerando que na sociedade é importante utilizar a ciência para esclarecer o empírico, pois embora o homem construa equipamentos para facilitar o seu trabalho, a ciência por outro lado, pode dar explicações a respeito da finalidade e função de sua aplicabilidade prática.

2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO HUMANO AO LONGO DA HISTÓRIA.

Nessa seção abordar-se-á um breve comentário do desenvolvimento humano ao longo do tempo mostrando como aconteceu o aperfeiçoamento de algumas invenções que proporcionaram as melhores condições de trabalho.

2.1. O TRABALHO HUMANO E A HISTÓRIA

Desde sua origem, o homem vem realizando sucessivas descobertas que o levaram a produzir inúmeras invenções, com o propósito de suprir suas necessidades e obter uma vida mais confortável.

Os primeiros povos viviam da caça de pequenos animais selvagens e das frutas, castanhas e raízes que colhiam. Habitavam, em geral, os espaços abertos das savanas, verdadeiros oceanos de uma erva alta que cobria a maior parte das porções habitáveis da África, sul da Europa, sul da Ásia e América Central. Eram nômades e constantemente se deslocavam de um lugar para outro à procura de alimento e em resposta às mudanças climáticas. Sua cultura era forjada no cadinho de um mundo duro e hostil onde a busca do alimento era uma constante indeclinável. Tudo tinha que se adaptar à caça: seus instrumentos de pedra, madeira, osso e carapaça de animais eram desenhados ou para a caça ou para a preparação de alimentos; [...] (EVES, 2011, p. 22).

Nessa busca e desde o período nômade até a pós-modernidade, tem-se avançado de maneira gradual o processo de construir e usando ferramentas que teve como propósito o desenvolvimento e o aperfeiçoamento.

Ao longo de seu processo de adaptação física ao meio, a espécie humana foi se tornando mais hábil com as mãos, aprendendo a utilizá-las como instrumento de trabalho. O desenvolvimento do cérebro favoreceu a capacidade de raciocínio, permitindo-lhe criar ferramentas que facilitavam suas atividades, como o preparo e o consumo de alimentos, e desenvolver sua criatividade, que, por sua vez, ampliou a cognição e o uso da capacidade cerebral. [...] (VICENTINO; DORIGO, 2013, p. 34).

Do ponto de vista histórico, verifica-se que desde o período Paleolítico (Idade da Pedra Lascada), inicia-se o trabalho de produzir ferramentas vinculada a necessidade de obter alimento e proteção, pois o homem deveria se proteger contra os perigos em regiões que necessitavam de cuidados para proteger-se contra animais ferozes.

[...] Os primeiros grupos humanos do Período Paleolítico viviam em bandos e empregavam grande parte de seu tempo e energia na busca do sustento. Todo alimento que consumiam era extraído diretamente da natureza por meio de atividades de coleta, caça e pesca, realizadas com instrumentos fabricados principalmente de lascas de pedra, ossos ou madeira [...] (VICENTINO; DORIGO, 2013, p. 34).

Dessa maneira, procurou aperfeiçoar os conhecimentos, construindo no princípio, instrumentos feitos de lascas de pedra com cortes e perfuração. A construção de chifre de

animais fixado a um pedaço de madeira para fazer furos ou o uso de pedaços maciço de rocha amarrado a troncos finos de arvores pra golpear objetos e caças permitiu a ele a realização a atividade de caça, possibilitando a ele e a sua família a sobrevivência.

[...] os homens se tornaram responsáveis pela fabricação de ferramentas, pela construção de tendas e pela caça e pesca, ao passo que as mulheres ficaram com a função de fazer, sobretudo, o trabalho de coleta de grãos, folhas, frutos, raízes, ovos, mel e insetos, além de várias atividades artesanais. [...] (VICENTINO; DORIGO, 2013, p. 34).

A seguir, ilustram-se os primeiros protótipos de ferramentas construídas para facilitar a vida cotidiana no período Paleolítico (**Figura 1**)

No período Neolítico (Idade da Pedra Polida), houve a continuação e o interesse pela agricultura e formação de pequenas sociedades. Inicia-se o processo da estagnação. Isto é o homem passa a construir moradias, fixando-se o seu habitat, vivendo em comunidades, aprimorando-se nas atividades de construção civil e a fazer parte da vida social o que possibilitou a construção de ferramentas confeccionadas de pedra polida (**Figura 2**)

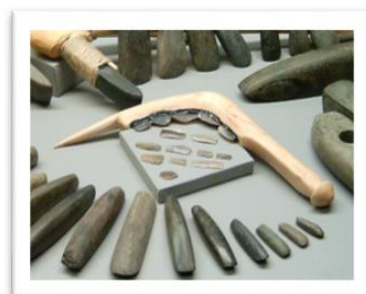
No Neolítico, os homens aprimoraram o arco e a flecha e utilizaram largamente o fogo para cozinhar, espantar animais, iluminar as moradias e se aquecer. Tornaram mais eficientes e sofisticados os instrumentos – de pedra polida – e passaram a utilizar madeiras, tanto para a construção de moradias e canoas como para a fabricação de instrumentos de defesa. [...] Em diversas regiões do continente africano, foram encontrados inúmeros vestígios desse período, como instrumentos de pedra lascada/polida, machados, serras, lanças, arcos e flechas, arpões, anzóis, pictografias, vasilhames de barro, redes, etc [...] (VICENTINO; DORIGO, 2013, p. 36).

Figura 1- Tipos de ferramentas feitos de lascas de pedra, pedaços maciços de rocha ou de pedaço de madeira



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Idade_da_Pedra

Figura 2- Diferentes modelos de Ferramentas do período da Pedra Polida



Fonte: https://pt.wikibooks.org/wiki/Civilizações_da_Antiguidade/O_homem_sedentário

Com o fim da era período Neolítico, continuam-se as grandes descobertas, inaugurando um novo período chamado Idade dos Metais, onde as comunidades foram sendo ampliadas, transformando-se nas primeiras civilizações. Houve o processo de fundição dos metais como: Cobre, bronze e o ferro, que serviram de matéria prima na confecção de novas ferramentas (**Figura 3**) muito mais resistentes e para realização das atividades na construção civil.

[...] Ao final do Neolítico, em algumas regiões do planeta, tornara-se generalizado o uso dos metais, com técnicas de fundição de cobre, ferro e bronze. Utensílios e armas foram aperfeiçoados, e essa época ficou conhecida como Idade dos Metais. [...] (VICENTINO; DORIGO, 2013, p. 37).

Figura 3- Ferramentas da Idade dos Metais



Fonte: <https://www.istockphoto.com/br/ilustrações/idade-do-ferro>

Nesse período foram criadas ferramentas rudimentares como as lâminas de metais para cortar, perfurar e realizar acabamentos em madeira, assim com os martelos e cravos para fixar objetos. Posteriormente, o homem se aperfeiçoa na manipulação do metal sob altas temperaturas, dando início a invenção de máquinas, facilitando assim, a produção das principais ferramentas manuais utilizadas na construção civil.

As ferramentas confeccionadas a partir da fundição de metais e utilização de máquinas possibilitou um acabamento melhor e a uma variedade maior de objetos confeccionados. No entanto, o homem continuou cada vez mais a aperfeiçoar-se, melhorando o trabalho braçal pelas máquinas, pois com a evolução da produção de máquinas mais sofisticadas, muitos trabalhos, como a agricultura, facilitou a colheita em tempo menor em grandes áreas de plantios como de arroz, trigo, etc. Como surgimento das tecnologias, como dispositivos muito mais eficientes, como por exemplo o computador, houve um progresso exponencial, passando o homem a ocupar o topo da pirâmide em relação a todos os outros seres vivos.

[...] a Idade da Pedra durou vários milhares de anos, começando talvez já em 5 milhões a.C. e indo até por volta de 3000 a.C. Num mundo de vastas pastagens e savanas onde abundavam os animais selvagens e as pessoas eram principalmente caçadores e colhedores. Suas vidas eram agrestes e difíceis, de maneira que elas viviam demasiado ocupadas e em permanente agitação para poderem desenvolver tradições científicas. Depois de 3000 a.C. emergem comunidades agrícolas densamente povoadas ao longo do rio Nilo na África, dos rios Tigre e Eufrates no Oriente Médio e ao longo do rio Amarelo na China. Essas comunidades criaram culturas nas quais a ciência e a matemática começam a se desenvolver. (EVES, 2011, p. 24).

Atualmente, a humanidade se encontra com umas grandes variedades de invenções que vão dos manuais, elétrica e tecnológicas que inserido nessa perspectiva cronológica, verifica-se que o homem conseguiu superar as grandes dificuldades executados no início com trabalhos manuais até a construção de aviões, submarinos, máquinas eficientes capazes de acelerar a colheita. Na construção civil, utilizam os martelos, serrotes, esquadros, prumos, compasso, níveis, linhas, enxadas, picareta, colher de pedreiro, régua de pedreiro, pá, machado, enxó, plainas, serras circulares, furadeiras, nível a laser, serra mármore, esmerilhadeira, etc, capazes de construir pequenas obras, como uma casa até grandes obras como prédios e aeroportos.

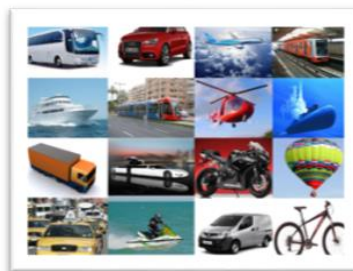
Enfim, o homem durante o seu processo de desenvolvimento, também descobriu que as leis da Física e conceitos Matemáticos, estão presentes em todos os processos das edificações, dessa forma, foram criados padrões, tornando indispensável à utilização das principais ferramentas manuais da construção civil, que são: o prumo, o esquadro, o compasso, o nível de mangueira, o martelo, o serrote e a linha de pedreiro onde o uso e aplicabilidade podem ser explicadas tendo em vista conceitos físicos e matemáticos. O quadro de figuras mostradas a seguir (**Figura 4, 5 e 6**) mostram as diferentes invenções realizadas pelo homem ao longo do processo de desenvolvimento histórico

Figura 4- Coletivo de Tipos de moradias construídas pelo homem



Fonte: <https://wordwall.net/pt-br/community/tipos-moradias>

Figura 5- Coletivo de tipos de transportes construído pelo homem.



Fonte: <https://blog.universaldeidiomas.com/los-medios-de-transporte-en-portugues/>

Figura 6- Coletivo de tipos de aparelhos tecnológicos construído pelo homem.



Fonte: http://jornalocal.com.br/classificados/?ad_listing=conserto-de-aparelho.

Ativar o Windows

3. TEORIAS DA FÍSICA E DA MATEMÁTICA APLICADAS NAS FERRAMENTAS DO PROFISSIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Física e a Matemática, assim como outras ciências podem ser compreendidas a partir da aplicabilidade cotidiana, pois os fenômenos da natureza podem ser explicados considerando o conhecimento científico. No contexto anterior, verificaram-se como aconteceu o surgimento de algumas ferramentas que auxiliaram o homem conforme as necessidades cotidianas. No entanto, torna-se relevante considerar que cada ferramenta usada e construída (para solucionar problemas oriundos do trabalho humano) tem uma explicação científica segundo a utilidade que apresenta.

Dessa maneira, nessa seção serão considerados conceitos físicos e matemáticos que servirão de base para explicar o porquê de utilizar o prumo, serrote, nível de mangueira, martelo, esquadro, compasso e linha de nylon, etc....e como explicar as utilidades considerando uma visão científica. No entanto, para obter essa elucidação, é preciso estudar os conteúdos ligados ao uso dessas ferramentas.

3.1. O CAMPO GRAVITACIONAL TERRESTRE E A UTILIDADE DO PRUMO

O prumo é uma ferramenta formada por três componentes que são: O pêndulo (peso metálico na forma cilíndrica ou cônica), o “taco” ou “castanha” (feito de um pedaço de madeira ou plástico, que possui um orifício central medindo o comprimento do diâmetro da circunferência da parte de metal) e um cordão flexível, que passa pelo orifício central das ambas as partes anteriores citadas ligando outra. Observe a (**Figura 7**) com exemplo dessa ferramenta.

Figura 7: Tipos de prumos manuais da construção civil



Fonte: Autoria própria

O uso do prumo está presente no processo da construção civil, quando partes de uma edificação é erguida no sentido vertical, seja na fundação de pilares, paredes, laterais das portas, janelas, balancinhos, revestimentos, etc... como se observa na (**Figura 8**). Por esse motivo durante as edificações é importante que a prumagem dos objetos esteja correta, pois isso garante durabilidade e segurança da construção.

Figura 8: O uso do prumo de face e o prumo de centro



Fonte: Autoria própria

Um trabalhador na construção civil quando utiliza o prumo é orientado segundo o conhecimento empírico que adquiriu pela experiência. No entanto, o uso dessa ferramenta segundo o conhecimento científico, tem como base o estudo do campo gravitacional terrestre. O campo gravitacional é criado por um planeta (a terra, por exemplo) que possui uma massa central que cria uma força gravitacional quando qualquer objeto de massa m esteja próximo no interior desse campo. A força gravitacional descoberta pelo físico Isaac Newton (1642-1727) pode ser formulada da seguinte maneira:

$$F = \frac{G}{d^2} m \cdot M \quad (1)$$

Onde M representa a massa do corpo central geradora do campo, m a massa do objeto que recebe a interação da força F e

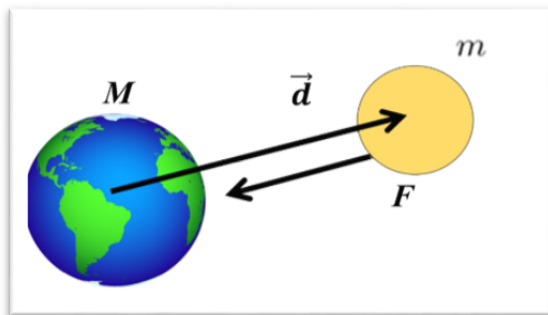
$$G = 6,67 \cdot \frac{10^{-11} N}{m^2 \cdot kg^2}$$

Representa a constante de gravitação universal. Essa força é central, variando com o inverso do quadrado das distâncias entre as massas (**Figura 9**). A força gravitacional entre a terra e um objeto é central. Isto é tem a direção radial onde a linha de ação contém os centros de massa do objeto e da terra. Considerando essa vantagem, o homem passou a utilizar um pequeno corpo de massa m preso a um fio com intuito de conseguir fazer grandes obras, como

prédios, paredes de casas, pois a ação de forças entre o prumo e a terra, cria força gravitacional que atua no sentido vertical (**Figura 10**)

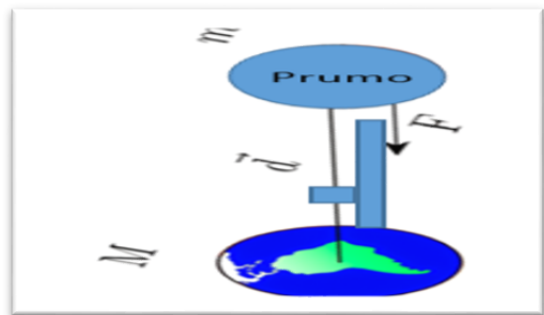
A força gravitacional \vec{F}_g exercida sobre um corpo é um tipo especial de atração que um segundo corpo exerce sobre o primeiro [...] assim quando falamos da força gravitacional \vec{F}_g que age sobre um corpo, estamos nos referindo à força que atrai na direção do centro da terra, ou seja, verticalmente para baixo. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 108)

Figura 9: Atração gravitacional entre duas massas m e M .



Fonte: Autoria própria

Figura 10: O prumo permite que a parede fique exatamente na vertical.



Fonte: Autoria própria

Devido a esse conhecimento, o homem pode realizar obras usando o prumo como ferramenta importante em construção de parede que tenha como linha de ação o centro de massa da parede com o centro do globo terrestre, determinando assim, um alinhamento vertical da construção erguida conforme o campo gravitacional terrestre, evitando assim rachaduras, torturas e até desabamento. A (**Figura 11**) a seguir ilustra melhor esse comentário.

A localização do centro de gravidade é importante para a estabilidade. Se traçarmos uma linha reta para baixo, a partir do centro de gravidade de um objeto com forma geométrica qualquer, e ela incidir num ponto do interior da base do objeto, então o objeto está em equilíbrio estável; ele se equilibra. Se a linha incidir num ponto exterior à base do objeto, o equilíbrio é instável. (HEWITT; 2015, p. 143.)

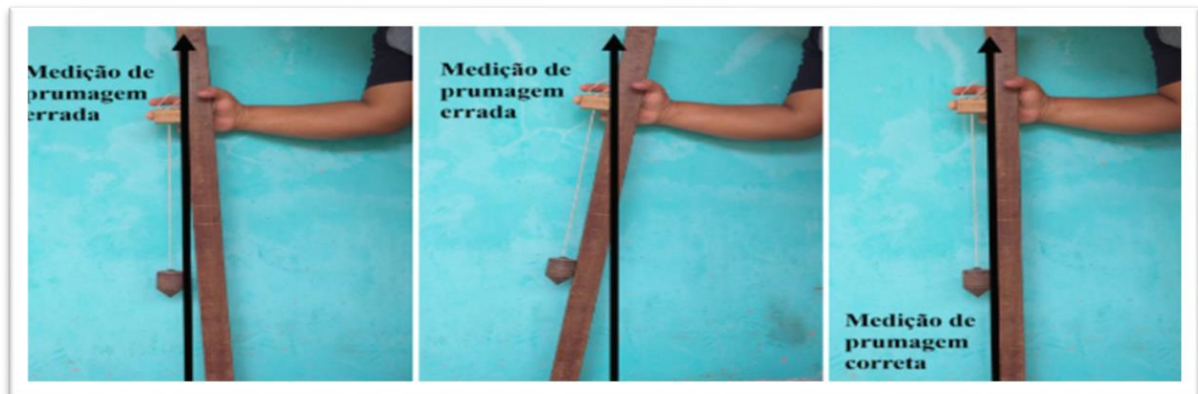
Figura 11: A ação gravitacional e o uso do prumo nas edificações.



Fonte: Autoria própria

Portanto, para que uma edificação seja direcionada no sentido vertical de acordo com a linha de ação gravitacional, é necessária a utilização do prumo, que sofre a influência da gravidade terrestre, contribuindo para a segurança e durabilidade da construção. Dessa forma, observa-se a importância do conhecimento científico no contexto das construções civis, para que não ocorra quaisquer danos ou perdas futuras na obra realizada. Na (**Figura 12**) temos o exemplo da forma correta de realizar a prumagem.

Figura 12: O uso do prumo para encontrar a prumagem correta



Fonte: Autoria própria

3.2. A PRESSÃO NO USO DAS FERRAMENTAS CORTANTES

A pressão atmosférica é considerada a uma grandeza física sendo inversamente proporcional que possui relevância para o cotidiano e os materiais cortantes fabricados podem ser explicados a partir do conhecimento dessa grandeza. Segundo (HEWITT, 2015). “A pressão é a força dividida pela área sobre a qual ela é exercida”. Ou seja, a pressão é entendida como sendo a razão entre a força F aplicada pela área de contato onde atua. Sendo representada pela expressão (2).

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Legenda

P = Pressão (N/m^2) = 1 Pascal

F = Força (N)

A = Área (m^2)

Para uma mesma força aplicada, observa-se que quanto menor a área da superfície, maior será o valor da pressão. Como exemplo de aplicação da expressão dada por (2), pode-se citar a faca afiada, o serrote amolado e o fato de uma das extremidades de um prego ser mais pontiaguda que a outra. A explicação para que sejam utilizados é o fato de buscar diminuir a área de contato

o que eleva a pressão significativamente sem, no entanto, exercer muita força. A figura a seguir (**Figura 13**) ilustra diferentes aplicações tendo como base a aplicação da pressão.

Figura 13: a) aplicação do serrote na construção civil; b) a utilidade do prego e do martelo com inúmeras aplicações da pressão.



Fonte: Autoria própria

Todos esses instrumentos contribuem para facilitar o trabalho, sem os quais seria difícil executar com facilidade as atividades cotidianas.

Exemplo 1:

Suponha que o Pedreiro Joel exerce com um martelo uma força F , imprimindo na extremidade superior do prego uma velocidade de 1m/s. Seja de 7,5 cm o tamanho do prego. Após a batida, quantos centímetros penetram na madeira, desprezando a perda por atrito? Seja de 0,05s o intervalo de tempo decorrido desde o início da martelada até o repouso do prego.

Solução:

Para solucionar o problema usa-se o princípio da conservação da energia

A energia cinética inicial é dada por:

$$E_C = \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

Logo, levando o valor de v , tem-se que,

$$E_C = 0,5m$$

Após a batida a velocidade final do prego é zero. Logo, o trabalho realizado na operação é dado por:

$$W = F \cdot \Delta x = m \cdot a \cdot \Delta x$$

Igualando as duas expressões, vem que,

$$m \cdot a \cdot \Delta x = 0,5m$$

Ou

$$a \cdot \Delta x = 0,5$$

Suponha que o tempo seja de 0,005s

Logo, pode-se calcular a aceleração. Usando Torricelli, vem que,

$$v = v_0 + at$$

Logo, vem que,

$$0 = 1 + a \cdot 0,05$$

Resolvendo, tem-se para o valor da aceleração em módulo,

$$a = 200m/s^2$$

Portanto, tem-se que,

$$a \cdot \Delta x = 0,5$$

Logo,

$$200 \cdot \Delta x = 0,5$$

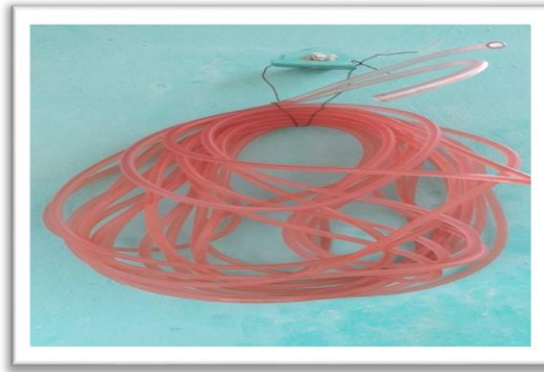
Ou

$$\Delta x = 0,025m = 2,5cm$$

Ou seja, desprezando o atrito, considerando apenas o trabalho da força e a variação de energia cinética, verifica-se que o prego se desloca de 2,5cm na madeira.

3.3. A LEI DE STEVIN E O NÍVEL DE MANGUEIRA DE BORRACHA

O nível de mangueira é um equipamento manual, formado por uma mangueira siliconada transparente que contém em seu interior um único líquido, onde o mais utilizado é a água com ou sem corante, sua finalidade é para encontrar a mesma altura horizontal entre dois ou mais pontos diferentes. É importante eliminar qualquer bolha de ar presente no interior da mangueira e evitar qualquer tipo de pressão sobre a sua parte exterior, para evitar alteração no resultado da medida do nivelamento (**Figura14**) da ferramenta.

Figura 14: Nível de mangueira

Fonte: Autoria própria

No momento da utilização do nível de mangueira o profissional da construção civil encontra dois pontos diferentes em uma mesma altura no sentido horizontal, embora seu conhecimento esteja baseado no conhecimento empírico, por outro lado o conhecimento científico através da hidrostática parte da Física que estuda os fluidos em repouso, esclarece o fenômeno ocorrido. Segundo estudos da hidrostática o nivelamento é resultado da lei de Stevin.

Os fluidos são substâncias que podem escoar. Os fluidos assumem a forma do recipiente em que são colocados; eles se comportam dessa forma porque não resistem as forças paralelas à superfície [...] os gases e os líquidos são agrupados na mesma categoria e chamados de fluidos. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016, p. 152.).

Simon Stevin foi um físico e matemático belga que realizou pesquisas principalmente na área hidrostática foi ele que, experimentalmente, comprovou que a pressão exercida por um fluido depende exclusivamente da sua altura. Dessa forma, é possível compreender que a superfície de um líquido (fluido) qualquer em repouso num objeto que possui vasos comunicantes entre si sempre estará na mesma altura na horizontal. Matematicamente, a lei de Stevin obedece a seguinte expressão:

$$P = P_{atm} + \rho gh \quad (4)$$

Onde, P_{atm} denomina-se pressão atmosférica a nível do mar de valor 1 atm, ρ representa a densidade do fluido, h é a altura do líquido em relação o nível de referência e g , o valor da aceleração da gravidade local. A lei de Stevin é importante na determinação de uma mesma altura em determinada parede com relação a dois pontos diferentes que somente é possível devido o fluido no interior do nível de mangueira, pois possui um líquido homogêneo (**Figura 15**).

[..] a pressão também é a mesma no fundo de cada recipiente, não importando sua forma ou volume. Se a pressão da água no fundo de um recipiente fosse maior do que a pressão no fundo de outro mais estreito, essa pressão forçaria a água a se mover para os lados e elevaria a água no vaso mais estreito a um nível mais alto, até que as pressões nos fundos se igualassem. Mas isso não ocorre. A pressão depende da profundidade e não do volume, de modo que vemos que existe uma razão para a água procurar seu próprio nível em cada recipiente (HEWITT; 2015, p. 248.)

Figura 15: Aplicação da lei de Stevin na medida de uma altura de uma parede.



Fonte: Autoria própria

Para comprovar essa propriedade, considere a expressão dada por (4). Isto é:

$$P = P_{atm} + \rho gh$$

Considere que na expressão (5), o trabalhador quando segura o nível de mangueira até que o fluido no interior fique em repouso. Nesse caso, ele pode medir a pressão numa altura h_1 . Isto é:

$$P_1 = P_{atm} + \rho gh_1 \quad (5)$$

Um segundo operador também marca o ponto em que o fluido fica em repouso. Para medir a pressão naquele ponto, usa a mesma lei. Isto é,

$$P_2 = P_{atm} + \rho gh_2 \quad (6)$$

Considerando que o fluido contido no nível da mangueira seja a água e considerando que seja homogênea, possui a mesma densidade. Como a experiência é realizada no mesmo local, a aceleração da gravidade possui o mesmo valor. Nesse caso, pode-se considerar que a pressão tenha a mesma medida para ambos os trabalhadores. Logo,

$$P_1 = P_2 \quad (7)$$

Assim,

$$P_{atm} + \rho gh_1 = P_{atm} + \rho gh_2 \quad (8)$$

Como a mangueira tem suas extremidades abertas, a pressão P_{atm} tem mesmo valor.

Logo,

$$\rho gh_1 = \rho gh_2 \quad (9)$$

Uma vez que a densidade seja a mesma e a aceleração, conclui-se que

$$h_1 = h_2 \quad (10)$$

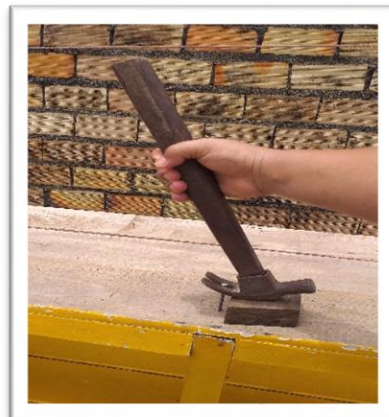
Desse modo, o nível de mangueira é de fundamental importância para determinar a altura de uma parede ou posição de janelas, portões e assentamentos de lajotas mesmo em regiões irregulares ou que apresentam desníveis no solo.

Na construção civil é notório a partir de uma orientação horizontal, onde se pode observar esse fato na construção de: baldrame, piso, vigas, assentamentos de blocos, partes superiores de paredes, nos telhados, no assentamento de cerâmicas, porcelanatos, pedras, partes superior e inferior de portas, e etc.... O conhecimento científico vem contribuir para que haja uma estabilidade melhor e segura em toda a edificação realizada.

3.4. O TORQUE E APLICAÇÃO NA RETIRADA DE UM PREGO

Para retirar o prego enterrado em uma madeira, o carpinteiro prático sempre introduz um pequeno objeto (encalço) sob a parte inferior do martelo para facilitar a retirada do prego (**Figura 16**).

Figura 16: Ponto de apoio para retirada do prego com facilidade



Fonte: Autoria própria

Para explicar esse procedimento, deve-se considerar o estudo da alavanca cujo princípio é multiplicar a força para retirar o prego em relação a um ponto fixo. No caso do prego e martelo, de grande importância em trabalhos de carpintarias e alvenaria, a vantagem mecânica depende diretamente da distância entre o ponto de aplicação da força potente e o ponto de apoio. Quanto maior for essa distância, comumente chamada “braço”, menor será o esforço necessário, portanto, as alavancas conseguem promover uma grande vantagem mecânica que é de multiplicar a intensidade da força produzida. Para explicar o sucesso na retirada do prego, utiliza-se o conhecimento de momento de uma força ou torque. Sendo uma grandeza vetorial, o momento da força pode ser dado pela seguinte expressão:

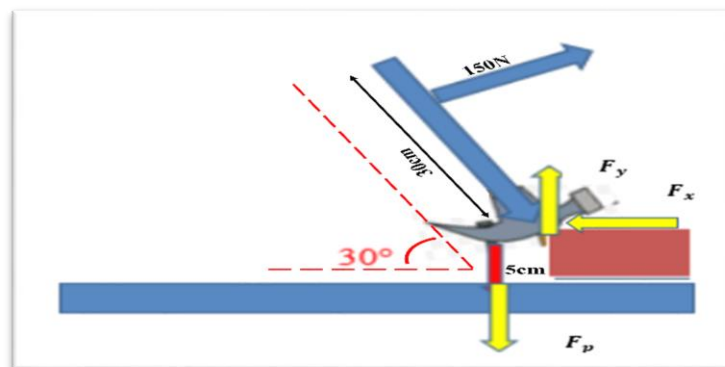
$$\tau = F \cdot d \cdot \text{sen}\varphi \quad (11)$$

O torque é a contrapartida rotacional da força. A força tende a alterar o movimento das coisas; o torque tende a fazer girar ou a alterar o estado de rotação das coisas. [...]Se você deseja fazer um objeto estacionário entrar em rotação ou alterar sua rapidez de rotação se ele já estiver girando, exerça sobre ele um torque. [...] No caso do torque, esta distância, que provê a vantagem mecânica da alavanca, é chamada de braço de alavanca. Ela é a distância mais curta entre a força aplicada e o eixo de rotação. Definimos o torque como o produto do braço de alavanca pela força que tende a produzir a rotação: Torque = braço de alavanca X força. O braço de alavanca em relação a qualquer eixo de rotação é a distância perpendicular entre o eixo e a linha de ação ao longo da qual a força atua. Essa sempre será a distância mínima entre o eixo de rotação e a linha ao longo da qual a força atua. (HEWITT; 2015, p. 139.)

Para o caso do martelo, o tipo de alavanca é Alavancas interfixas, pois o ponto de apoio fica entre os pontos onde se aplica a força potente e o ponto onde se encontra o peso do objeto a ser movido. (**Figura 17**).

Exemplo 2

Figura 17: Momento de forças aplicado num sistema mecânico para retirada do prego.



Fonte: Autoria própria

Considere que um operador exerça no cabo do martelo uma força de 150N e que o cabo do martelo com o plano horizontal forme um ângulo de 30° e que o comprimento do cabo seja

de 30cm. Seja de 5cm o tamanho do suporte utilizado para facilitar a retirada do prego. Considere ainda que o comprimento entre a base de apoio do martelo em relação a base do prego seja de 5cm. Nessa condição, determine a força vertical e sentido ascendente para que seja possível a retirada do prego (seta de cor amarela).

Considere que um operador exerça no cabo do martelo uma força de 150N e que o cabo do martelo com o plano horizontal forme um ângulo de 30° e que o comprimento do cabo seja de 30cm. Seja de 5cm o tamanho do suporte utilizado para facilitar a retirada do prego. Considere ainda que o comprimento entre a base de apoio do martelo em relação a base do prego seja de 5cm. Nessa condição, determine a força vertical e sentido ascendente para que seja possível a retirada do prego (seta de cor amarela).

Solução

Para calcular a força, é preciso utilizar a soma dos momentos aplicada no sistema mecânico. Nesse caso, pode-se utilizar a seguinte expressão matemática que representa o momento da força e pode ser usado obedecendo a expressão,

$$rFp - d \times 150 = 0 \quad (12)$$

Ou

$$0,05Fp - 0,30.150 = 0 \quad (\text{Multiplicando por } 100)$$

Ou

$$5Fp - 30.150 = 0 \Rightarrow Fp = 900N$$

Logo, a força utilizada para retirada do prego é 900N.

Pois a soma dos momentos da força deve ser nula.

A reação do bloco sobre o martelo e Fp a força necessária para retirada do prego. F é a força aplicada pelo operador e 30° representa o Ângulo que o cabo do martelo forma com o plano horizontal.

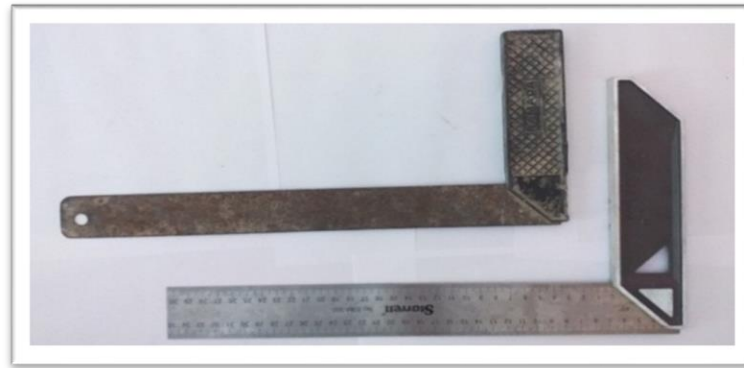
3.5. O ESQUADRO E COMPASSO NO USO DAS MEDIDAS EM OBRAS CIVIS

Nas edificações civis, medidas angulares e circulares são necessárias nesse contexto. Por isso, o profissional da construção civil utiliza-se do esquadro e compasso, que têm a finalidade de auxiliá-lo nesses cálculos. O esquadro possui sua funcionalidade com aplicação nas teorias matemáticas do Teorema de Pitágoras e o compasso está relacionado com o círculo e a circunferência. Esses conhecimentos serão abordados a seguir.

3.5.1. ESQUADRO

O esquadro é uma ferramenta manual da construção civil, na forma de um “L”, que possui uma haste de metalizada com um cabo de madeira, metal ou plástico fixado em uma de suas extremidades, formando um ângulo de 90° . Ver exemplo (**Figura 18**)

Figura 18: Esquadro cabo de alumínio e cabo plástico



Fonte: Autoria própria

Na utilização do esquadro é possível obter-se a aplicação do Teorema de Pitágoras na formação de um triângulo retângulo. Segundo (ROCHO et al., 2018, p. 55.) “este teorema diz o seguinte: Para qualquer triângulo retângulo: O quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos outros dois lados, denominados catetos”. Na apresentação desse Teorema, temos a formação de um triângulo que possui um ângulo reto, ou seja, um triângulo retângulo, onde cada lado possui uma medida diferente e os dois lados menores são chamados catetos e o lado maior oposto ao ângulo de 90° é chamado hipotenusa, a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa.

Teorema 8.9. Se o quadrado da medida de um dos lados de um triângulo for igual à soma dos quadrados das medidas dos dois outros lados então o triângulo é retângulo, com o ângulo reto oposto ao primeiro lado. (MACHADO; 2012, p. 139.)

Grande parte das construções possui dimensões quadradas e nesse caso, o profissional necessita do esquadro para evitar que as paredes não formem ângulos diferentes de 90° . A (**Figura 19**) ilustra o caso real de uma obra onde o uso do esquadro se faz necessário para evitar distorções ou curvas no assentamento de cerâmica disposta numa área de forma quadrada.

Definição 4.9. Um triângulo que possui um ângulo reto é chamado de triângulo retângulo. Se ABC é um triângulo retângulo com ângulo reto no vértice A dizemos que ABC é um triângulo retângulo reto em A [...]. Os segmentos sobre os lados do ângulo reto de um triângulo retângulo são chamados de catetos, e o lado oposto ao ângulo reto é chamado de hipotenusa. [...]. Proposição 4.10. Em um triângulo retângulo o comprimento da hipotenusa é maior do que o comprimento dos dois catetos. (MACHADO; 2012, p. 68.)

Numa medida real, o profissional geralmente utiliza uma matemática para medir a diagonal de um quadrado. Nesse caso, utiliza a fita métrica para esse fim. No entanto, essa medida pode ser confirmada com o conhecido Teorema de Pitágoras que mostra que o quadrado da hipotenusa é equivalente à soma dos quadrados dos catetos. Considere a expressão (13)

$$a^2 = b^2 + c^2 \quad (13)$$

Teorema 8.8 (Teorema de Pitágoras). Em todo triângulo retângulo, o quadrado do comprimento da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos comprimentos dos catetos. [...]. Reescrevemos o enunciado do Teorema de Pitágoras nas notações. Se ABC é um triângulo retângulo em A então a hipotenusa de ABC é BC, e os catetos são AB e AC. Colocando BC a AB c e AC b, então o teorema afirma que $a^2 = b^2 + c^2$. (MACHADO; 2012, p. 138.)

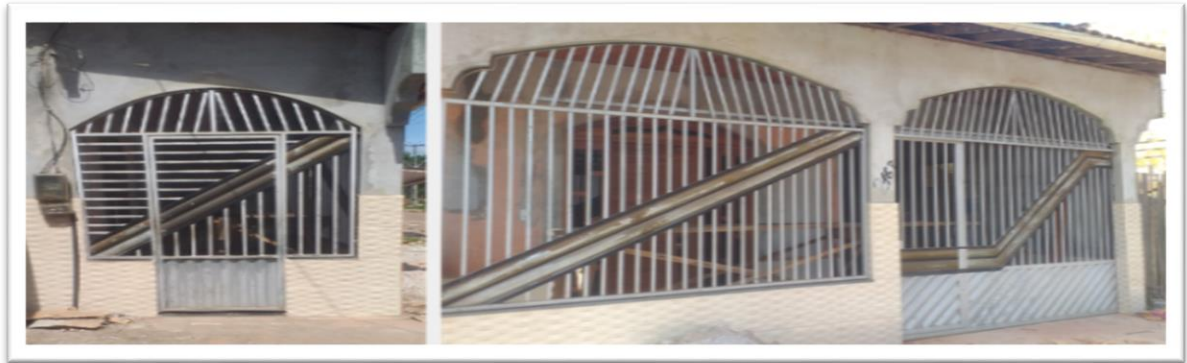
Figura 19: O uso do esquadro no assentamento de cerâmica em piso.



Fonte: Autoria própria

O esquadro possui ainda a vantagem no esquadrejamento de uma construção (**Figura 20**). Ou seja, a fundação que representa a base essencial para continuidade da construção, deve ser realizada com a utilização da matemática onde o pedreiro deve saber as medidas exatas para evitar erros futuros comprometendo a obra com o aparecimento de torturas ou curvas que podem comprometer a construção. Faixada de casas, como janelas, portas com grades expostas como proteção são elaboradas com o uso de esquadro que tem coimo função permite o “design” sem erros de medidas. (**Figura 21**)

Figura 21: O uso do esquadro e compasso na construção de arcos e cantos de portas em faixa.



Fonte: Autoria própria

Exemplo 3

Um determinado profissional da construção civil vai realizar o esquadramento de uma casa, sabendo que para executar esse trabalho de forma correta, ele irá utilizar o Teorema de Pitágoras, representado na expressão (13). Considerando que o valor de um lado b é 60 cm e o lado c é 80 cm . Quanto é o valor do lado a , para que se forme um triângulo retângulo?

Solução:

Substituindo os valores dados em (13), obtém-se (14),

$$a^2 = b^2 + c^2 \quad (13)$$

$$a^2 = 60^2 + 80^2 \quad (14)$$

Calculando as potências, obtém-se,

$$a^2 = 3600 + 6400$$

Calculando a soma tem-se,

$$a^2 = 10000$$

Aplicando a raiz quadrada,

$$a = \sqrt{10000}$$

Logo, calculando a raiz quadrada, assim,

$$a = 100\text{ cm}$$

Portanto, o valor encontrado pelo profissional é 100 cm , referente ao lado da hipotenusa do triângulo retângulo por ser o maior lado. Dessa forma ele consegue esquadrear a casa a ser edificada corretamente.

3.5.2. COMPASSO

O compasso é uma ferramenta utilizada para fazer marcações de medidas na realização de cortes circulares e curvos, em peças de madeiras, revestimentos, etc.... Dessa maneira, utilizando esse instrumento podemos observar de forma concreta, as representações geométricas de círculo e circunferência. Observe na (**Figura 22**) abaixo um compasso de metal.

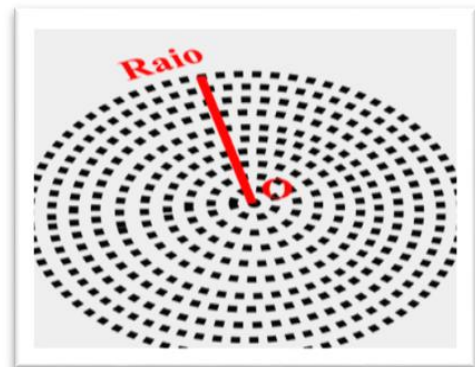
Círculo na matemática: São todos os pontos de uma determinada região geométrica onde um determinado ponto central O , com uma mesma medida r ou menor que r ao redor desse ponto, formam uma figura arredondada. De acordo com, (DOLCE; POMPEU, 1993). “Círculo (ou disco) é um conjunto dos pontos de um plano cuja distância a um ponto dado desse plano é menor ou igual a uma distância (não nula) dada.” Também é considerada a parte interna do conjunto dos pontos a partir de uma circunferência. Observe a (**Figura 23**)

Figura 22: O uso do compasso na realização de furos e corte curvados



Fonte: Autoria própria

Figura 23: Representação geométrica de um círculo



Fonte: Autoria própria

Outras definições importantes relacionadas ao círculo seguem abaixo relacionadas:

- I.Definição: Círculo é uma figura plana fechada por uma só linha a qual se chama circunferência: de maneira que todas as linhas retas, que de um certo ponto existente no meio da figura, se conduzem para a circunferência, são iguais entre si.
- II.Definição: O dito ponto se chama o centro do círculo.
- III.Definição: Diâmetro do círculo é uma linha reta, que passa pelo centro, e que se termina por ambas as partes na circunferencia.
- IV.Definição: Semicírculo é uma figura compreendida entre o diâmetro e aquela parte da circunferência do círculo, que é cortada pelo diâmetro.
- V.Definição: O Segmento de um círculo é uma figura compreendida entre uma linha reta, e uma porção da circunferência. (COMMANDINO, 1944, p. 5 – 6).

Para calcular a área do círculo, usa-se a expressão (15)

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (15)$$

Essa expressão pode ser utilizada para calcular área de tubo de PVC dado certo diâmetro, áreas ou blocos de madeira de forma circular ou o seu comprimento circular, como será abordado na seguinte seção.

Observa-se na composição da expressão (14), que um de seus elementos é uma letra grega que chamada pi (π), na matemática é considerado um número com valor irracional, sendo utilizado nos cálculos relacionados as medidas que envolve círculo e circunferência seu valor equivalente é, $\pi \cong 3,14159265358979323846 \dots$

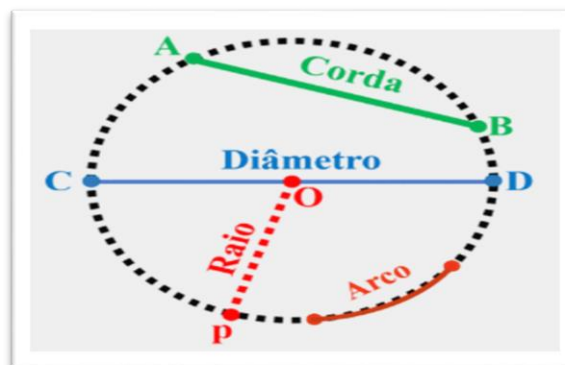
O número π é um número muito interessante e misterioso. Ele é um exemplo do que chamamos de números transcendentos. Os números transcendentos são números irracionais que não são raízes de nenhuma equação polinomial com coeficientes inteiros. [...]. Quando escrevemos $\pi \cong 3,14159265359\dots$ estamos apresentando uma aproximação do valor de π em termos de sua expansão decimal, no caso com 11 casas exatas. (MACHADO; 2012, p.125.)

Circunferência: é o conjunto de todos os pontos, de um determinado espaço geométrico, quando dado um ponto central O, com uma mesma medida r. formam uma determinada linha arredondada. Conforme (DOLCE; POMPEU, 1993). Circunferência é o conjunto de pontos de um plano cuja distancia a um ponto dado desse plano é igual a uma distância não nula dada, o ponto dado é centro e a distância dada é o raio da circunferência

Definição 6.1. Sejam r um número real positivo e O um ponto do plano. O lugar geométrico de todos os pontos do plano que estão a distância r de O é a circunferência de raio r e centro O. Denotaremos esta circunferência por C O, r. (MACHADO; 2012, p. 89.)

A circunferência possui alguns elementos que destacando são: A corda, o arco, o raio e o diâmetro. (**Figura 24**).

Figura 24: Circunferência e seus elementos



Fonte: Autoria própria

Arco: É uma curva formada por dois pontos na circunferência.

Raio: É a metade do diâmetro da circunferência. Sendo calculado pelas expressões (16) ou (17).

6.1 Para cada ponto A da circunferência $C O$, r o comprimento do segmento OA é r . Costumamos também chamar este segmento de raio, ou seja, quaisquer segmentos com um extremo em O e outro num ponto da circunferência é um raio. (MACHADO; 2012, p. 90.)

$$r = \frac{C}{2\pi} \quad (16)$$

$$r = \frac{D}{2} \quad (17)$$

Diâmetro: É uma corda que passa pelo ponto central da circunferência, que possui duas vezes o comprimento do raio, e determina o tamanho da circunferência e do círculo. É calculado pela expressão (18),

Definição 6.2. Um segmento cujos extremos são pontos de uma circunferência é uma corda desta circunferência. Uma corda que passa pelo centro da circunferência é um diâmetro da mesma. [...] Observação 6.2. Se $C O$, r é uma circunferência de raio r , costuma-se dizer que o seu diâmetro é $2r$, ou seja, usa-se a palavra diâmetro para designar não só uma corda que passa pela origem, mas também o seu comprimento, que certamente é $2r$. Este uso é análogo ao uso da palavra raio que já foi comentado, e o significado de diâmetro ficará claro no contexto (MACHADO; 2012, p. 90.)

$$D = 2. r \quad (18)$$

Perímetro: É o comprimento da circunferência. Sendo possível calcular o valor utilizando (19),

$$C = 2\pi. r \quad (19)$$

Exemplo 4

Um pedreiro durante a construção de um muro foi orientado a fazer uma abertura circular com diâmetro de 1m.

- Qual o será o tamanho do raio dessa abertura?
- Encontre o comprimento da circunferência dessa abertura circular no muro.

Solução

a) **Resp.**

Convertendo metro em centímetro temos, que 1m é igual a 1,00cm.

Sabendo que o diâmetro corresponde ao dobro do raio, usando a expressão (17) acima citada,

$$r = \frac{D}{2} \quad (17)$$

Substituindo o valor dado, obtém-se,

$$r = \frac{1,00}{2}$$

Dessa forma, tem-se,

$$r = 0,50\text{cm}$$

Portanto, o valor do raio é de 0,50cm.

b) **Resp.**

Para encontrar o comprimento da circunferência usamos (19), substituindo os valores abaixo mencionados na referida expressão, obtendo obtém-se,

$$r = 0,50\text{cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$C = 2\pi.r \quad (19)$$

$$C = 2.3,14.0,50$$

Portanto,

$$C = 3,14\text{ cm}$$

Logo, a valor do raio encontrado é de 0,50 cm e o comprimento da circunferência é 3,14 cm.

Exemplo 5

Um carpinteiro recebeu uma encomenda de uma mesa circular com diâmetro de 4 m qual será o tamanho da área para que ele compre a quantidade certa de madeira?

Solução

Para encontrarmos o valor da área vamos calcular o valor do raio. Considerando que o diâmetro é duas vezes o valor do raio.

Substituindo na expressão (17), o valor do diâmetro dado, tem-se

$$r = \frac{D}{2} \quad (17)$$

$$r = \frac{4}{2}$$

Logo, obtém-se,

$$r = 2$$

Portanto, o valor do raio é de 2 m.

Dessa forma substituímos (15)

$$A = \pi \cdot r^2 \quad (15)$$

Assim, obtém-se

$$A = 3,14 \cdot 2^2$$

Logo, tem-se

$$A = 12,56 \text{ m}^2$$

Dessa forma, o valor da área da mesa arredondada é de $12,56 \text{ m}^2$.

Observe na (**Figura 25**), o uso do compasso na realização de recortes formando arcos, na fabricação de balancinhos e janelas presente em uma construção. Da mesma forma podemos observar a formação de um círculo no formato de assentos de madeira confeccionados na carpintaria, como mostrado na (**Figura 26**).

Figura 25: arcos em balancinho e janela na construção civil



Fonte: Autoria própria

Figura 26: Representação geométrica circular no assento de madeira



Fonte: Autoria própria

Portanto, quando um profissional da construção civil, utiliza o esquadro e o compasso ele está fazendo aplicação do conhecimento científico através de conceito matemáticos presentes nas medidas realizadas durante trabalho executado.

3.6. PONTO E A RETA E UTILIZAÇÃO DA LINHA DE NYLON NA EDIFICAÇÃO.

A Linha de nylon: É formada por duas partes o fio de nylon liso 0,8 mm de diâmetro geralmente com 100 m de comprimento, ligado a um carretel de plástico, um instrumento de grande necessidade na construção civil, seja na área da carpintaria ou alvenaria. Observe a (Figura 27).

Na da construção civil, a linha de nylon, serve como parâmetro norteador da direção linear das partes que compõem as edificações, seja no sentido vertical, horizontal e diagonal. Na utilização dessa ferramenta, observa-se a representação geométrica de forma concreta do ponto, da reta e suas partes. Pois, na matemática existem os postulados que nos dão uma noção sobre as definições relacionadas a esses elementos geométricos.

Axioma I.1. Por dois pontos distintos do plano passa uma e somente uma reta.

Axioma I.2. Toda reta do plano possui pelo menos dois pontos distintos.

Definição 1.2. Dizemos que um conjunto de pontos é colinear se todos os pontos estão contidos em uma mesma reta. Também dizemos que os pontos são colineares ou estão alinhados. No caso contrário, isto é, quando nem todos os pontos estão contidos em uma reta, dizemos que o conjunto é não colinear, ou que os pontos são não colineares, ou que não estão alinhados. (MACHADO; 2012, p. 14,15.)

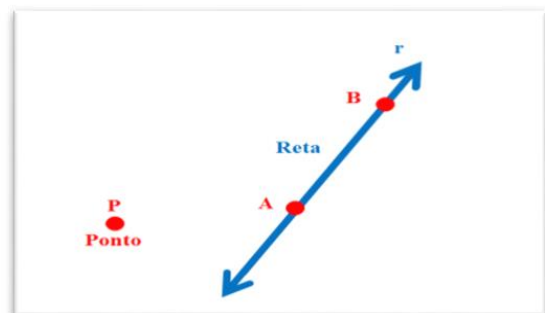
Observe a representação geométrica sobre ponto, reta e segmento de reta na (Figura 28).

Figura 27: Linha de nylon utilizada na construção civil de várias cores



Fonte: Autoria própria

Figura 28: Representação geométrica do ponto, reta e segmento de reta



Fonte: Autoria própria

O ponto e a reta são elementos que estão presentes na geometria plana, e são determinantes na construção representativa das figuras geométricas. O ponto é o elemento

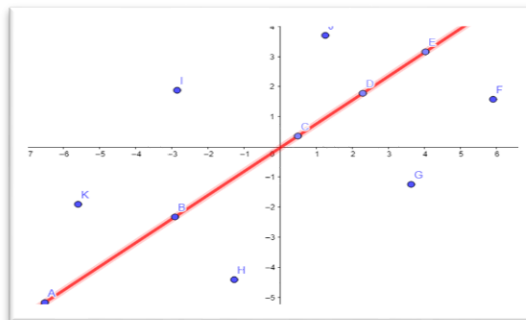
que existe sem a interferência de uma reta, porém a reta é dependente dos pontos para ser formada. Conforme (DOLCE; POMPEU, 1993). Sobre o postulado de existência diz que: “Numa reta, bem como fora dela, há infinitos pontos”. Observe a (**Figura 29**).

Sabendo que a reta é considerada um conjunto de infinitos pontos, que possuem o mínimo de espaço entre si, com a mesma sucessão num sentido retilíneo, faz-se necessário destacar outro elemento geométrico que está contido na reta, o segmento de reta, que é a distancia entre dois pontos distintos na mesma reta. A representação de um segmento de reta é dada na expressão (19)

$$\overline{AB} \quad (19)$$

É possível observar os segmentos de reta na construção civil, por exemplo, quando se realiza as divisórias das partes de uma edificação, onde são definidos dois pontos diferentes com extremidades fixas no limite estabelecido a determinada construção, seja no sentido vertical, horizontal ou diagonal.

Figura 29: Pontos sobre a reta e fora dela que representa os segmentos da reta



Fonte: Autoria própria

Também é importante observar outras definições relacionadas aos elementos geométricos citados, para obter-se uma noção melhor do conceito desses componentes da Geometria. Como vemos na citação a seguir.

- I. Definição: o ponto é o que não tem partes, ou que não tem grandeza alguma.
- II. Linha é o que tem comprimento sem largura.
- III. As extremidades da linha são pontos.
- IV. Linha reta é aquela, que está posta igualmente entre suas extremidades.
- V. Quando uma linha reta, caindo sobre outra linha reta, fizer com esta dois ângulos iguais, um de uma, e outro de outra parte, cada um destes ângulos iguais se chama ângulo reto; e a linha incidente se diz perpendicular a outra linha; sobre a qual cai.
- VI. Figuras retilíneas são aquelas, que são formadas com linha retas. (COMMANDINO, 1944, p. 5,6.)

Sabendo-se que o formato prevaemente das edificações na construção civil, é de um formato quadrado que possuindo um sentido retilíneo então, faz necessário o uso da linha de nylon para serem evitadas torturas e curvas, e não comprometer assim o aspecto e a resistência

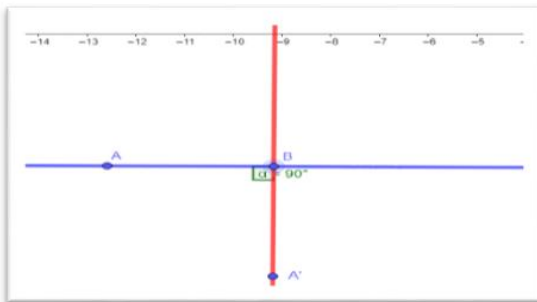
da construção. Observe alguns exemplos onde o uso da linha de nylon no trabalho da construção civil que retas na vertical, horizontal e diagonal.

3.6.1. NA VERTICAL OBSERVA-SE A RETA PERPENDICULAR

Reta perpendicular: São duas retas que se intersectam entre si formando um ângulo reto, ou seja, de 90° . Observe a (**Figura 30**). Sua representação geométrica concreta na construção civil é possível ser contemplado no: Esquadreamento de paredes, pilares, encontro de vigas, beiral de telhados, janelas, portas, balancinhos, no assentamento de revestimentos, etc. Veja o exemplo da (**Figura 31**).

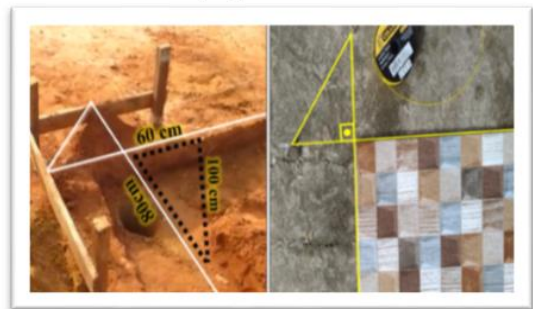
Definição 4.1. Dizemos que uma reta r é perpendicular a uma reta s se forem concorrentes e um dos ângulos determinado por elas for reto. Esta relação entre as duas retas será denotada por $r \perp s$. (MACHADO; 2012, p. 63.)

Figura 30: Representação geométrica da reta perpendicular



Fonte: Autoria própria

Figura 31: O uso da linha no esquadreamento de casa e assentamento de cerâmica formando reta perpendicular.



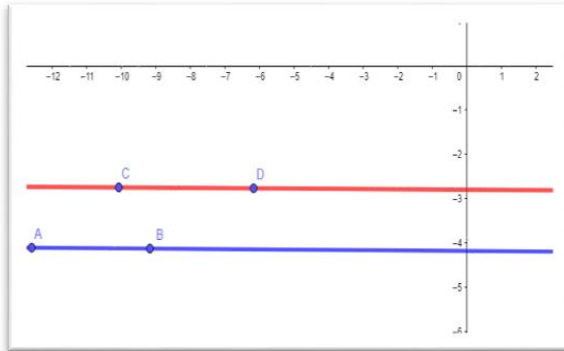
Fonte: Autoria própria

3.6.2. NA HORIZONTAL OBSERVAM-SE AS RETAS PARALELAS

Retas paralelas: São duas retas onde não há intersecção em nenhum ponto entre si e seguem numa mesma direção. Ver (**Figura 32**). Observe alguns exemplos na construção civil de representação concreta das retas paralelas na (**Figura 33, 34 e 35**)

Definição 5.1. Duas retas r e s são paralelas se r e s não possuem pontos em comum, ou seja, r e s como conjuntos. Denotaremos esta relação por $r // s$. (MACHADO; 2012, p. 75.)

Figura 32: Representação geométrica da reta paralela



Fonte: Autoria própria

Figura 34: Estrutura de madeira para forro formando retas paralelas



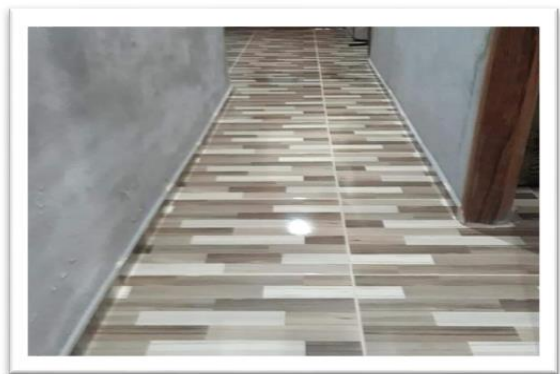
Fonte: Autoria própria

Figura 33: A linha de nylon no assentamento de tijolos em parede formando retas paralelas



Fonte: Autoria própria

Figura 35: Representação de retas paralelas no piso de cerâmica.

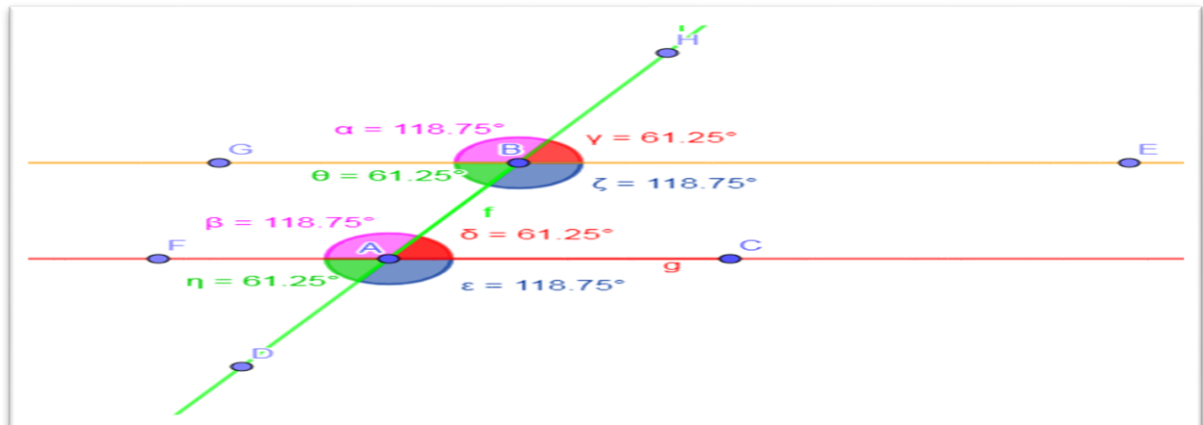


Fonte: Autoria própria Windows

3.6.3. NA DIAGONAL OBSERVA-SE A RETA TRANSVERSAL

Reta transversal: É uma reta que corta um feixe de retas paralelas intersectando as em um único ponto, formando ângulos congruentes (correspondentes, alternos internos e alterno externos) e os ângulos suplementares (colaterais internos e colaterais externos). Observe a (Figura 36) construída no Geogebra.

Figura 36: Representação geométrica de reta transversal formando uma diagonal

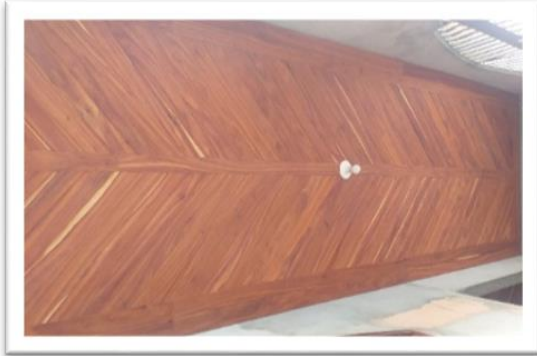


Fonte: Autoria própria

Teorema 5.12. Se as retas r e s são paralelas e t é uma transversal a elas, então os ângulos correspondentes (ou os alternos internos) são congruentes. (MACHADO; 2012, p. 80.)

Considere os exemplos de representação concreta de reta transversal na construção civil como na (Figura 37, 38 e 39).

Figura 37 Representação de reta transversal em forro de madeira formando diagonais.



Fonte: Autoria própria

Figura 38: Representação de reta transversal em piso de cerâmica formando diagonais.



Fonte: Autoria própria

Figura 39: Representação de uma diagonal no formato do telhado de casas.



Fonte: Autoria própria

Portanto, a utilidade da linha de nylon pelo profissional da construção civil torna-se necessária, para que tanto no sentido vertical, horizontal e diagonal de uma edificação haja um sentido reto nas partes construídas.

4. PESQUISA DE CAMPO REALIZADA COM PROFISSIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ENCONTRO ENTRE A VISÃO DO EMPÍRICO COM O CIENTÍFICO.

4.1. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada no canteiro de obras de um prédio em construção, localizado na Tv. Tiradentes S/N, Bairro Centro em Abaetetuba Pará, como observado na ilustração (**Figura 40**), o período decorrente foi do mês de fevereiro à março de 2022, onde foram encontrados os profissionais que tiveram participação nessa atividade, através de uma entrevista desenvolvida com eles.

Figura 40: Prédio do local da pesquisa e sua parte interior em construção



Fonte: Autoria própria

A entrevista contou com a participação, de três profissionais da construção civil no setor da alvenaria, ou seja, três pedreiros, identificado pelas simbologias: P1(Primeiro pedreiro), P2 (Segundo pedreiro) e P3 (Terceiro pedreiro), relacionados no (**Quadro 1**), onde algumas de suas informações estão descritas.

Quadro 1- Pesquisa de campo com os profissionais da construção civil

| ENTREVISTAS COM OS PEDREIROS | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------|
| ENTREVISTADOS | G. ESCOLARIDADE | IDADE | EXPERIENCIA |
| P1 | 7ª Série | 56 Anos | 32 Anos |
| P2 | Ens. Superior Incomp. | 39 Anos | 15 Anos |
| P3 | 4ª Série | 41 Anos | 8 Anos |

Fonte: Autoria própria

Durante as entrevistas foram utilizadas oito perguntas como critério de pesquisa, sobre “o uso das principais ferramentas manuais da construção civil e sua relação com conceitos físicos e matemáticos”. Observe abaixo, a relação das perguntas utilizadas.

- I. Quando você utiliza o prumo porque ele tem a função de manter a parede na vertical?
- II. Por que o serrote quando amolado serra melhor?
- III. O nível de mangueira tem como função, de indicar que dois pontos ao nível do solo tenham a mesma altura. Por que isso acontece?
- IV. Para retirada dos pregos usa-se encaço o que possibilita melhor a retirada. Por que se usa esse procedimento?
- V. Em que teoria você se baseia para utilizar o esquadro e o compasso?
- VI. Em que situações da construção civil se utiliza o esquadro e o compasso?
- VII. Você sabe explicar porque o prego tem uma das extremidades pontiagudas?
- VIII. O uso da linha é muito utilizado para encontrar uma direção reta. Você poderia explicar porque é importante esse procedimento?

Portanto, o resultado da pesquisa realizada com entrevistas de profissionais da construção civil e sua análise serão relatadas a seguir.

4.2. ENTREVISTAS COM OS TRÊS PROFISSIONAIS

1. Quando você utiliza o prumo porque ele tem a função de manter a parede na vertical?

R: Porque se a parede ficar fora da vertical ela pode obter rachaduras e até cair (P1)

R: Por que se não ficar bem reta na vertical a construção vai apresentar certos riscos como: trincas, rachaduras e até desabamento, por não está no prumo, ou seja, é uma forma de prevenir acidentes e trazer segurança e durabilidade pra construção. (P2)

R: Por que tem que apumar a parede pra ela não ficar torta e não cair. Dessa forma a casa fica mais segura. (P3)

Observam-se nas falas dos profissionais de construção civil o conhecimento não científico. Ou seja, a predominância do empírico. Nenhum deles buscou explicações do uso do prumo pela força gravitacional, pois é ela que pode causar desabamento caso não for usado o prumo. Conforme (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016, p. 87.). “A força gravitacional, é a força que nos mantém na superfície da terra, que mantém a lua em órbita em torno da terra e mantém à superfície terrestre em órbita em torno do sol. [...] A força gravitacional também se estende ao espaço intergaláctico, mantendo unidas as galáxias do grupo local [...]”.

Portanto, o conhecimento empírico que os profissionais já possuem, pode ser confirmado pelo conhecimento científico sobre força gravitacional relacionada a física, que sendo levado em consideração, vai contribuir para que as edificações realizadas estejam em segurança e tenham durabilidade.

2. Por que o serrote quando amolado serra melhor?

R: Por que o dente dele fica bem afiado com as pontas bem apontadas, aí ao passar ele na madeira ele entra melhor. (P1)

R: por que o serrote, bem amolado e travado desenvolve um corte com rapidez e de alta qualidade e com isso um acabamento bem-sucedido. (P2)

R: Por que, ai que está a questão se ele estiver desamolado ele corta devagar, se faz muita força, a gente cansa rápido, e demora mais pra serrar, quando ele está com os dentes bem afiado ele entra melhor na madeira sem fazer muita força, e rende mais o serviço. (P3)

Nas falas dos profissionais entrevistados sobre o uso do serrote, observa-se que, em momento houve referência ao conhecimento científico pertencente ao estudo da pressão na Física, o que prevalece é uma explicação baseada no empírico, que durante o tempo de execução de seus trabalhos na construção civil, foram adquiridos. O estudo da pressão que é uma grandeza escalar inversa trata-se do resultado de uma força perpendicular aplicada numa área que conforme o tamanho dessa área obtém-se uma determinada pressão. Ou seja, se a área de aplicação da força for menor a pressão será maior, caso o oposto a área for maior a pressão será menor.

Por essa razão o serrote quando possuem suas arestas (dentes), amoladas passa a ter uma redução da área de aplicação da força podendo cortar com facilidade, rapidez e com menos força do que quando está não amolado durante a execução de um trabalho. Dessa forma, deve-se considerar que o conhecimento do estudo da pressão, é relevante para que o profissional da construção civil realize sua atividade com qualidade, rapidez e sem muito esforço físico.

3. Você sabe explicar porque o prego tem uma das extremidades pontiagudas?

R: por que, se não fosse apontada a ponta do prego não entraria na madeira, se ele for rombudo não entra fácil quando vai pregar na madeira, tem que ser apontado pra entrar melhor onde vai ser pregado. (P1)

R: Para que o martelo tenha facilidade de penetrar o prego na madeira, quanto mais pontiagudo for o prego menor será o baque do martelo pra fazer com que ele entre onde está sendo pregado. (P2)

R: Pra poder furar com mais facilidade a madeira e entrar mais rápido quando for pregado com martelo. Quanto mais apontado o prego ele entra melhor e mais rápido. (P3)

É possível observar nas falas dos profissionais entrevistados, que o conhecimento que eles possuem até o momento, é baseado no empírico acumulado com a experiência. Nenhum deles fez menção de algum conceito relacionado ao estudo da pressão pertencente à Física. Pois, de acordo com esses conhecimentos científicos, quando se aplica certa força de forma perpendicular em determinada área, quanto menor for à área de aplicação maior será a pressão, doutra forma seria o oposto.

Dessa maneira, entende-se, o propósito do prego possui uma de suas extremidades pontiaguda que é para obter-se uma redução na área de aplicação da força, gerando a pressão que possibilitará penetração do prego com maior facilidade onde vai ser fixo. Se for feito uma inversão das extremidades do prego para realizar a fixação com a mesma força aplicada anteriormente, a pressão resultante será menor, pois ocorreu um aumento da área. Assim conclui-se que os conhecimentos físicos são importantes para haver uma produção melhor, segura e em maior escala quando a serviço na construção civil for realizado com a utilização de pregos no trabalho de fixação de objetos.

4. O nível de mangueira tem como função, de indicar que dois pontos ao nível do solo tenham a mesma altura. Por que isso acontece?

R: Porque a água que está dentro da borracha, faz com que a gente consiga encontrar a mesma altura (P1)

R: Por causa da água que por ser líquida, fica mais fácil de nivelar numa só altura dois lugares diferentes. Sendo que a mangueira precisa estar com as duas pontas abertas, sem a presença de bolhas de ar no seu interior e não pode estar sendo pressionada por peso algum. (P2)

R: Por que a água fica nivelada dentro, fazendo com que a medida de um lado da mangueira tenha a mesma medida do outro lado. A água é o melhor nível que existe. (P3)

Considerando a fala dos profissionais entrevistados é notória a ausência do conhecimento científico e prevalece o empírico no âmbito do conhecimento por eles obtido na área que atuam. Observa-se que esses profissionais ainda não adquiriram a informação científica sobre a lei de Stiven em relação ao uso do nível de mangueira.

Stiven realizou vários estudos da hidrostática, na Física, e descobriu que os líquidos sofrem e exercem certa pressão no recipiente onde se encontram, ou seja, um líquido que seja homogêneo e de mesma densidade em repouso, sempre vai obter a mesma altura no sentido horizontal no recipiente encontrado. Da mesma, forma se esse mesmo líquido for colocado em um objeto que possua vaso comunicante entre si, a medida da altura na horizontal continua a iguais entre si.

Por esse motivo que o nível de mangueira, por possuir vasos comunicantes entre si e contendo um líquido de homogêneo e de mesma densidade no seu interior, reproduz a mesma altura para dois pontos diferentes na horizontal.

5. Para retirada dos pregos usa-se encaços o que possibilita melhor a retirada. Por que se usa esse procedimento?

R: Por que quando o prego é muito comprido para não se fazer muita força quando for arrancar ele, é bom utilizar um calço. E também pra não quebrar o cabo do martelo. (P1)

R: É usado um pequeno pedaço de madeira em baixo do martelo para a retirada do prego onde facilita a rapidez do serviço, sem a madeira podemos danificar o cabo do martelo. E assim a demora do serviço. (P2)

R: Por que sem o calço faz mais força, com o calço faz menos força. Também, quanto mais comprido for a cabo do martelo a gente faz menos força. (P3)

O primeiro entrevistado não faz relação com o sistema mecânico do prego e martelo. Em nenhum momento considera que o sistema, na verdade, faz parte de corpo rígido que apresenta um sistema de alavanca. No entanto, afirma que a retirada do prego comprido se torna fácil quando usa um encaço sob a base do martelo. Essa facilidade de retirada está prevista pelo torque de uma força.

O segundo entrevistado considera que se não for usado o encaço pode ocasionar a quebra do cabo do martelo. Esse fato realmente concorda como o sistema mecânico previsto pelo torque, pois sem o uso do encaço, será necessário fazer um grande esforço físico o que pode danificar o cabo. Para facilitar o serviço, usa-se o encaço para que a força exercida se torne a menor possível e assim a retirada do prego aconteça com o menor esforço. O mesmo raciocínio é citado pelo terceiro entrevistado.

6. Em que teoria você se baseia para utilizar o esquadro e o compasso?

R: No caso do esquadro, já desde antigamente os antigos mestres da construção já vêm utilizando essa ferramenta, pois a maioria das construções são feita no jeito de um quadrado. No caso do compasso, os mesmos mestres da construção, nos ensinaram a utilizar para fazermos trabalho com curvas, pegar uma medida de um lugar e levar para o outro e fazer marcação pra furos redondos. (P1)

R: Na teoria tradicional da construção civil, de onde aprendemos que é obrigatório o uso dessas ferramentas. O esquadro e compasso na construção civil e muito utilizado para buscar ângulos com precisão de 90,60,45 e 30 graus. E nesses cálculos é que os profissionais ligados as essas áreas iniciam projetos das edificações. (P2)

R: Com base naquilo que já vem sendo ensinado muito tempo na construção, desde quando começa até quando se termina a construção é usado o esquadro, boa parte da maioria das construções são de forma quadrada. (P3)

Analisando as informações contidas nas falas dos profissionais, é possível observar que prevalece o conhecimento empírico, entre esses trabalhadores, embora possam utilizar expressões que estão contidas no conhecimento científico, ainda é notório que falta um aprofundamento maior dentro desse saber. Quando esses profissionais de construção civil utilizam o esquadro e o compasso, existem conceitos matemáticos que estão presentes servindo de parâmetro, como o Teorema de Pitágoras nos cálculos do esquadrejamento e o de elementos da Geometria como: O círculo e a circunferência.

Dessa forma, é possível afirmar que o conhecimento científico matemático é importante para calcular medidas exatas, no contexto das edificações.

7. Em que situações da construção civil se utiliza o esquadro e o compasso?

O esquadro é usado no esquadrejamento das construções, na divisão dos compartimentos, no assentamento de lajotas, porcelanatos, em janelas, em portas, balancinhos, no encontro das paredes da casa e quando vai fazer o telhado.

O compasso é usado pra transferir a mesma medida e marcar cortes curvados e redondos. (P1).

O esquadro e o compasso normalmente e usado no início de uma obra para buscar o esquadrejamento e o ângulo da edificação, são muito usados em acabamento de revestimento. (P2).

O esquadro na hora que começa a casa no esquadrejamento já usa, no assentamento de lajota, quando vai cortar de ponta de tabuas e pvc pra forro, nas janelas e nas portas da casa, nos cantos das paredes tem que está no esquadro. O compasso a gente usa pra marcar um furo circular, fazer uma curvatura, transferir a medida de um lugar para outro. (P3).

O uso do esquadro como relata o entrevistado, pode ser utilizado no esquadrejamento das construções, na divisão dos compartimentos e no assentamento de cerâmicas e porcelanatos usa-se ainda em janelas e portas, tendo a maior utilidade no encontro das paredes da casa e na montagem do telhado. No caso do compasso O compasso que tem como função transferir medidas o que está de acordo com a fala do segundo entrevistado que considera a mesma medida e marcar cortes curvados e redondos.

O terceiro considera que tanto o esquadro e o compasso que são usados no esquadrejamento e no ângulo da edificação e no acabamento de revestimento e no furo circular, fazer uma curvatura, transferir a medida de um lugar para outro. Observa-se que todos apontam o que a matemática esclarece sobre o esquadro e o compasso. Suas funções e medidas estão baseadas nas aplicações relatadas pelos entrevistados, embora não tenham conhecimento de comprimentos numa visão matemática e nem de ângulos, no entanto, conseguem aplicar utilizando conceitos extraídos empiricamente.

8. O uso da linha é muito utilizado para encontrar uma direção reta. Você poderia explicar porque é importante esse procedimento?

R: Por que como o modelo normal de uma construção é em forma de quadrado ou retângulo, as paredes devem seguir em linha reta pra não ficar torta, isso facilita o acabamento. (P1).

R: O uso da linha na obra é de suma importância como as demais ferramentas, a linha e usada na construção do início da edificação também nas paredes, revestimentos e acabamentos de cimento sempre na linha reta. Evitando qual tipo de tortura na construção. (P2)

R: Se a pessoa não usar a linha ele não pode pegar uma mesma altura, nem seguir uma mesma direção, ai vai ficar torta a construção, e pode até cair. (P3)

Analisando as falas dos profissionais de construção civil entrevistados, percebe-se que eles possuem o conhecimento baseado no empírico, ou seja, quando usam a linha de nylon como ferramenta na construção, por exemplo, de paredes. Pois, ainda não adquiriram os saberes científicos da Matemática relacionados à Geometria Plana referente aos conceitos de ponto e retas. Haja visto, que durante a realização das atividades nas edificações, sempre utilizam essa ferramenta.

O conhecimento matemático sobre o ponto e a reta tratam de dois elementos presentes na geometria plana, a utilidade é indispensável, pois estão presentes nas representações geométricas, relacionados, por exemplo, a direção retilínea das construções, evitando assim qualquer categoria de curva desenvolvida.

Portanto, esses conhecimentos matemáticos tornam-se necessários para que as edificações civis sejam orientadas no padrão correto, pois de forma concreta fazem representação do ponto e da reta. Por possuírem formato quadrado ou retangular.

CONCLUSÃO

Considerando o exposto abordado, verificou-se que o empírico presente no conhecimento dos profissionais entrevistados, mostrou que na questão do prumo que, cientificamente, está relacionado com a força gravitacional como observado. Para os entrevistados acreditam que prumo quando usado, não permite rachaduras, torturas, trincas ou desabamento e, ele buscar prevenir acidentes, trazendo segurança e durabilidade para a construção.

Para o caso do serrote os entrevistados em nenhum momento enunciaram sobre a questão da pressão que do ponto de vista da física, ela é inversamente proporcional a área de contato. No conhecimento dos profissionais, consideram a questão do “dente” ou ponta pontiaguda, “travado” conduz a um acabamento bem-sucedido. Outro considerou que se estiver não afiado, o corte se dificulta devido à aplicação de uma maior força e um cansaço rápido. Nesse caso, observou que embora esses profissionais não têm os conhecimentos físicos, no entanto, a prática os ensina o que a ciência esclarece por intermédio da relação entre força e área que relaciona a pressão explicando a rapidez e não rapidez, quando amolado e não amolado, respectivamente.

A mesma ideia se verificou com o prego, para os profissionais que o prego possui uma região pontiaguda para poder entrar melhor na madeira e se estiver “rombudo” não entraria fácil, como citou um dos entrevistados. O outro considera que quanto mais pontiagudo for o prego, menor será o baque do martelo e ainda o outro, citou que quanto mais apontado o prego ele entra melhor e mais rápido. Em todo caso, nenhum deles explicou a questão da pressão, como no caso do serrote, pois a prática os ensinou o resultado previsto pela teoria do conceito da pressão relacionada com a força e com a área. Do ponto de vista experimental e no empírico deles, todos do seu ponto de vista estão corretos.

Para o caso do nível de mangueira que pode ser explicada pela lei de Stiven o que segundo Física, relaciona a pressão como uma função da densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a altura em relação a um plano de referência e para dois pontos localizados a uma mesma altura em relação ao plano de referência, a lei mostra que a pressão é a mesma,

No entanto, na visão dos entrevistados, afirmam que a água na borracha, faz com que ela atinja mesma altura, o segundo considerou que a água fica mais fácil de nivelar numa só altura, dois lugares diferentes e o terceiro, afirmou que ela apresenta a mesma medida de um lado e outro da mangueira. Em todo caso, apesar de não incluírem a lei de Stiven nas

explicações, no entanto, os conhecimentos do cotidiano levam a adquirirem as conclusões que concordam com as previsões da referida lei de Stiven.

Sobre a questão referente a retirada de um prego comprido de uma madeira, a explicação física está relacionada com o torque de uma força. Ou seja, ao análogo rotacional de uma força vinculado ao produto da força pela distância. A introdução de um encaço sob a base inferior do cabo do martelo, segundo a Física, provoca um torque que favorece de modo fácil a retirada do prego.

No entanto, os entrevistados, em nenhum momento fizeram considerações da referida teoria. O empírico citado mostra que, quando o prego é muito comprido para não se fazer muita força é bom utilizar um calço, para não quebrar o cabo do martelo. O segundo afirmou que, sem o pedaço de a madeira, poderia danificar o cabo do martelo e o terceiro mostrou que, sem o uso do encaço e com o cabo do martelo mais curto faz-se mais força e com o encaço e o cabo do martelo mais comprido faz menos força. Nesse caso, tornou-se curioso considerar que embora não demonstre nenhum conhecimento de dinâmica de corpo rígido, a prática e a experiência com a construção civil, fazem compreender e facilitar o trabalho aplicando técnica prevista pelos conhecimentos científicos.

No caso dos conhecimentos da Matemática, como no caso do esquadro e compasso, que segundo essa ciência representa um dispositivo que apresenta um ângulo reto(esquadro) e o compasso nas marcações e transferência de medidas angulares, curvas e circulares, cujo valor depende da situação. Em todo caso quando empregados corretamente, resolvem uma série de problemas relacionados à construção civil. Mas para os entrevistados, esse dispositivo empregado no cotidiano do trabalho, apresentou outra função.

Para o primeiro entrevistado, O esquadro é usado no esquadrejamento das construções, na divisão dos compartimentos, no assentamento de lajotas, porcelanatos, em janelas, em portas, no encontro das paredes da casa e no telhado. Para o segundo afirmou que compasso pode ser usado para transferir a mesma medida e marcar cortes curvados e redondos, e o terceiro, considerou que o esquadro e compasso podiam ser usados para o esquadrejamento e no ângulo de edificação, em acabamento e de revestimento.

Na utilização da linha de nylon, está relacionado com o fato do ponto e da reta. Esse conhecimento do empírico o comum dos entrevistados, está relacionada com modelo normal de uma construção que apresenta formato de quadrado ou retangular onde as paredes devem seguir em linha reta para não ficar torta. O segundo considera que o uso da linha na construção é necessário desde início da edificação, no levantamento de paredes e revestimentos e o terceiro

mostrou que a linha impede que aconteça tortura na construção e que o não uso dela pode deixar obra curvada, causando desabamento.

Portanto, diante do exposto abordado, entende-se que a teoria trazida pela Física e a Matemática contida nas formulações matemáticas e nas leis físicas, podem ser explicadas do ponto de vista da prática pelos profissionais da construção civil, considerando o conhecimento empírico adquirido com a experiência, realizado com o trabalho manual e com o uso das ferramentas da construção civil.

REFERÊNCIAS

- COMMANDINO, F. **Euclides**: Elementos de Geometria. Tradução de Aníbal Faro 1. ed. rev. São Paulo: Cultura, 1944. v. 1.
- DOLCE, O; POMPEU, J. **Fundamentos de Matemática Elementar**: Geometria Plana: Exercícios resolvidos, exercícios propostos com resposta, testes de vestibular com resposta. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1993. v. 9.
- EVES, H. **Introdução à história da Matemática**. Tradução de Hygino H. Domingues. 5. Ed. Campinas, SP: Unicamp, 2011.
- HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física**: mecânica. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1.
- HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de Física**: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.
- HEWITT, P. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Freire Ricci. 12. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MACHADO, P. F. **Fundamentos de Geometria Plana**. 1. ed. rev. Belo Horizonte: CAED-UFG, 2012. v. 1.
- ROCHO, V. *et al.* **História da matemática**: e-book - como surgiram alguns conceitos matemáticos? 1. Ed. Santa Catarina: Sombrio, 2018.
- VICENTINO, C; DORIGO, G. **História**: Geral e do Brasil. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2013. v. 1.