



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
E PÓS-GRADUAÇÃO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
MESTRADO EM MATEMÁTICA

MAYARA DE FREITAS MEDEIROS ARAÚJO

**MODELAGEM MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE  
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS**

MOSSORÓ

2020

MAYARA DE FREITAS MEDEIROS ARAÚJO

**MODELAGEM MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE  
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, para a obtenção do título de Mestre em Matemática do programa PROFMAT.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio de Figueredo Oliveira – UFERSA.

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

MMEDE Medeiros, Mayara.  
IROS<sub>m</sub> A MODELAGEM MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
ATRAVÉS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS / Mayara Medeiros.  
- 2020.  
127 f. : il.

Orientador: Fabricio Oliveira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
--Selecione um Curso ou Programa--, 2020.

1. Ensinar. 2. Aprender. 3. Matemática. 4.  
Construção Civil. 5. Arquitetura. I. Oliveira,  
Fabricio, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

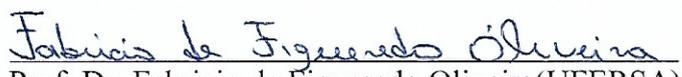
MAYARA DE FREITAS MEDEIROS ARAÚJO

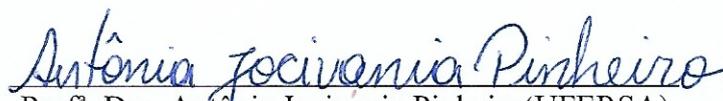
**A MODELAGEM MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DE  
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS**

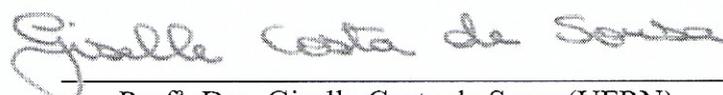
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, para a obtenção do título de Mestre em Matemática do programa PROFMAT.

Defendida em: 20 / 08 / 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Fabricio de Figueredo Oliveira(UFERSA)  
Presidente e Orientador

  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Antonia Jocivania Pinheiro(UFERSA)  
Membro interno - UFERSA

  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Giselle Costa de Sousa(UFRN)  
Membro Externo

*Dedico este trabalho à minha família, por todo  
amor, atenção e incentivo ao longo desta  
caminhada.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre conduzir a minha vida me dando força e fé para superar as dificuldades.

Ao meu pequeno Gael, por ter estado presente durante toda a realização deste trabalho, inicialmente dentro do meu ventre, e, logo em seguida, dentro dos meus braços.

Ao meu esposo Hudsson Alexandre, por ser meu amor, meu melhor amigo e a pessoa com quem divido todos os meus sonhos e conquistas.

Aos meus pais, Iara e Ricardo, pelo incentivo, apoio e ensinamentos ao longo de toda a minha vida.

Ao meu irmão, Ricardo, por ser, além de irmão, meu amigo e a pessoa com quem posso contar sempre na minha vida.

Ao meu orientador, Fabricio, por toda a dedicação e compreensão, e por ser um professor admirável e um exemplo a ser seguido.

À Banca Examinadora pela disponibilidade em poder ajudar no enriquecimento deste trabalho.

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende  
o que ensina.

Cora Coralina

## RESUMO

Uma forma interessante de ensinar e aprender Matemática é a partir da criação de modelos matemáticos através de situações reais, considerando que a Matemática está presente em diversos contextos e aplicações do cotidiano, além de ser utilizada nas mais diversas profissões, como na Construção Civil. Para atingir tal intuito, foram analisadas as principais etapas da construção de uma edificação, observando a Matemática envolvida em cada situação. Deste modo, foram construídas duas sequências didáticas, com situações rotineiramente desenvolvidas por profissionais, como engenheiros, pedreiros e arquitetos. A primeira sequência didática se refere a elaboração de um projeto de arquitetura. Enquanto que a segunda, refere-se ao cálculo de materiais necessários para executar serviços básicos da construção civil, como a construção das paredes, colocação de cerâmica e pintura. Diversos conceitos matemáticos podem ser trabalhados nestas sequências didáticas, tais como o cálculo de áreas, volumes e perímetro, porcentagens, transformações homotéticas, utilização de relações métricas em problemas envolvendo triângulos, análise de razão e proporção e ladrilhamento no plano. A relevância deste trabalho se dá por propor situações matemáticas com significado real para os alunos, considerando que os problemas cotidianos têm papel fundamental para o aprendizado, de modo a fazê-lo refletir a importância de aprender e estudar Matemática. Deste modo, através da utilização da modelagem Matemática e de mídias tecnológicas, é possível fazer o aluno aprender Matemática de forma dinâmica e interativa.

**Palavras-chave:** Ensinar. Aprender. Matemática. Cotidiano. Construção Civil. Arquitetura.

## ABSTRACT

An interesting way to teach and learn mathematics is by creating mathematical models from real situations, considering that mathematics is present in different contexts and applications of everyday life, besides being used in the most diverse professions, as in Civil Construction. To achieve this aim, the main stages of the construction of a building were analyzed, observing the mathematics involved in each situation. Thus, two didactic sequences were built, with situations routinely experienced by professionals, such as engineers, bricklayer and architects. The first didactic sequence refers to the elaboration of an architectural project. While the second didactic sequence, refers to the calculation of materials necessary for the execution of basic civil construction services, such as building walls, tile placement and painting. Several mathematical concepts can be worked on in these didactic sequences, such as the calculation of areas, volumes and perimeter, percentages, homothetic transformations, use of metric relations in problems involving triangles, ratio and proportion analysis, tiling in the plan. The relevance of this work is given by proposing mathematical situations with real meaning for students, considering that everyday problems play a fundamental role in learning, in order to reflect on the importance of learning and studying mathematics. Thus, through the use of mathematical modeling and technological media, it is possible to make the student learn mathematics in a dynamic and interactive way.

**Keywords:** Teach. Learn. Mathematics. Everyday life. Civil Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tendências no Ensino da Matemática.....	25
Figura 2 – Profissionais ligados à Construção Civil.....	31
Figura 3 – Etapas para execução de uma obra.....	33
Figura 4 – Escalímetro.....	36
Figura 5 – Esquema SD 1 .....	37
Figura 6 – Vista do Estádio Manoel Leonardo Nogueira (Nogueirão) .....	39
Figura 7 – Vista da Pista do Aeroporto de Mossoró.....	40
Figura 8 – Recuos mínimos de acordo com o PDM.....	42
Figura 9 – Recuos mínimos necessários para o terreno.....	44
Figura 10 – Relação homotética entre figuras .....	46
Figura 11 – Tamanhos de papel.....	47
Figura 12 – Diferentes escalas para cada tamanho de papel .....	47
Figura 13 – Divisão dos ambientes internos da casa .....	50
Figura 14 – Divisão interna da casa com aberturas de portas e janelas.....	52
Figura 15 – Divisão interna da casa em 3D.....	52
Figura 16 – Inclinação do telhado .....	53
Figura 17 – Planta de cobertura.....	54
Figura 18 – Dimensões do telhado .....	55
Figura 19 – Fachadas.....	56
Figura 20 – Fachada da Casa em 3D .....	56
Figura 21 – Esquema SD 2 .....	58
Figura 22 – Esquema da estrutura da casa em 3D.....	61
Figura 23 – Corte esquemático da estrutura .....	62
Figura 24 – Planta do nível Fundação .....	63
Figura 25 – Detalhamento da sapata.....	63
Figura 26 – Planta do nível Cobertura.....	64
Figura 27 – Mistura de volume de diferentes sólidos na proporção 1:2:3:1,5 .....	66
Figura 28 – Caixas de Isopor .....	67
Figura 29 – Maseira e colher de pedreiro .....	67
Figura 30 – Cimento .....	68
Figura 31 – Areia.....	68
Figura 32 – Brita.....	69
Figura 33 – Mistura do concreto.....	69
Figura 34 – Volume de concreto obtido .....	70
Figura 35 – Balança para pesagem do cimento .....	71
Figura 36 – Representação das paredes e vigas da casa .....	74
Figura 37 – Representação das paredes com viga superior .....	74
Figura 38 – Numeração das paredes.....	75
Figura 39 – Dimensões do bloco de tijolo.....	77
Figura 40 – Parede de tijolos .....	78
Figura 41 – Mistura de volume de diferentes sólidos na proporção 1:3.....	79

Figura 42 – Mistura da Argamassa.....	80
Figura 43 – Volume de argamassa obtido .....	80
Figura 44 – Dimensões do telhado .....	83
Figura 45 – Distribuição das telhas na direção vertical.....	85
Figura 46 – Distribuição das telhas com 1,22 m na direção horizontal.....	85
Figura 47 – Distribuição das telhas com 1,53 m na direção horizontal.....	86
Figura 48 – Distribuição das telhas com 1,83 m na direção horizontal.....	86
Figura 49 – Distribuição das telhas com 2,13 m na direção horizontal.....	87
Figura 50 – Distribuição das telhas com 2,44 m na direção horizontal.....	87
Figura 51 – Representação do telhado com a telha de 1,53 m x 1,10 m .....	88
Figura 52 – Área de piso.....	90
Figura 53 – Mistura de volume de diferentes sólidos na proporção 1:4.....	91
Figura 54 – Volume de argamassa obtido .....	92
Figura 55 – Área de reboco .....	94
Figura 56 – Ladrilhamento de piso 45 cm x 45 cm .....	98
Figura 57 – Ladrilhamento de piso 1,00 m x 1,00 m.....	99
Figura 58 – Ladrilhamento de piso 90 cm x 90 cm .....	100
Figura 59 – Reaproveitamento de peças.....	101
Figura 60 – Revestimento de parede do Banheiro 1 .....	104
Figura 61 – Revestimento de parede do Banheiro 2.....	105
Figura 62 – Revestimento de parede da Cozinha .....	106
Figura 63 – Reaproveitamento de cerâmicas do revestimento de parede do Banheiro 1 .....	107
Figura 64 – Reaproveitamento de cerâmicas do revestimento de parede do Banheiro 2.....	108
Figura 65 – Reaproveitamento de cerâmicas do revestimento de parede da cozinha .....	109
Figura 66 – Pintura das Paredes .....	112
Figura 67 – Pintura de Fachada Frontal e Fachada Posterior .....	113

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Informações gerais sobre a SD 1 .....	38
Quadro 2 – Informações gerais sobre a SD 2 .....	60
Quadro 3 – Informações gerais sobre a SD 2: Momento 1 .....	60
Quadro 4 – Informações gerais sobre a SD 2: Momento 2 .....	73
Quadro 5 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 3 .....	83
Quadro 6 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 4 .....	89
Quadro 7 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 5 .....	97
Quadro 8 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 6 .....	111

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índices Urbanísticos.....	42
Tabela 2 – Área de acordo com os índices urbanísticos.....	45
Tabela 3 – Índices Urbanísticos calculados para a casa .....	46
Tabela 4 – Áreas e dimensões mínimas dos ambientes residenciais.....	48
Tabela 5 – Dimensões aproximadas de mobiliário.....	49
Tabela 6 – Abertura mínima para ventilação e iluminação .....	50
Tabela 7 – Área mínima e dimensões adotadas das janelas .....	51
Tabela 8 – Altura mínima por ambiente em uma residência.....	53
Tabela 9 – Quantitativo de concreto.....	65
Tabela 10 – Quantidade de materiais para o concreto.....	72
Tabela 11 – Quantitativo de Alvenaria – Parte 1.....	76
Tabela 12 – Quantitativo de Alvenaria – Parte 2.....	76
Tabela 13 – Quantitativo total de alvenaria.....	77
Tabela 14 – Quantitativo de Alvenaria.....	78
Tabela 15 – Quantidade de materiais e mão de obra para a construção das paredes .....	82
Tabela 16 – Informações Técnicas da telha de fibrocimento tipo Residencial .....	84
Tabela 17 – Quantidade total de telhas da cobertura.....	88
Tabela 18 – Quantitativo de piso.....	90
Tabela 19 – Quantidade total de materiais - contrapiso .....	93
Tabela 20 – Quantitativo de reboco interno .....	94
Tabela 21 – Quantitativo de reboco externo.....	95
Tabela 22 – Volume de reboco total.....	95
Tabela 23 – Quantidade total de materiais - reboco .....	96
Tabela 24 – Estimativa de consumo de Rejunte.....	102
Tabela 25 – Quantidade de materiais para o revestimento cerâmico de piso.....	103
Tabela 26 – Quantidade de materiais para o revestimento cerâmico de parede.....	110
Tabela 27 – Quantidade de materiais para o revestimento cerâmico .....	111
Tabela 28 – Quantitativo de área de pintura das paredes internas.....	112
Tabela 29 – Quantitativo de área de pintura das paredes externas .....	113
Tabela 30 – Quantitativo de área de pintura do teto.....	114
Tabela 31 – Área de pintura total .....	114
Tabela 32 – Quantidade de material para a pintura .....	115
Tabela 33 - Quantidade Total de Materiais calculados .....	117

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bel	Bacharel
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
cm	Centímetro
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
Dr	Doutor
Esp	Especialista
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
Me	Mestre
MEC	Ministério da Educação
SD	Sequência Didática
UFERSA	Universidade Federal de Rural de Semi-Árido

## LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
%	Porcentagem
\$	Cifrão

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 A Educação no Brasil.....	20
2.2 O Ensino da Matemática de acordo com a BNCC.....	21
2.3 O Ensino da Matemática no Brasil .....	23
2.4 As principais tendências no ensino da Matemática .....	24
2.4.1 Resolução de Problemas.....	25
2.4.2 Etnomatemática.....	26
2.4.3 Mídias Tecnológicas .....	26
2.4.4 Modelagem Matemática.....	27
2.5 Sequência Didática.....	28
2.6 A Construção Civil .....	29
2.5.1 Os profissionais ligados à construção .....	30
2.5.2 As principais etapas de uma construção.....	33
3 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS – FORMAS DE APLICAÇÃO DA MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	35
3.1 Sequência Didática 1: O projeto – etapas para realização do projeto de uma casa .....	35
3.1.1 Momento 1: Início do projeto – definição da área e perímetro.....	39
3.1.2 Momento 2: definição da escala.....	46
3.1.3 Momento 3: divisão dos ambientes.....	47
3.1.4 Momento 4: abertura de portas e janelas.....	50
3.1.5 Momento 5: altura da casa .....	53
3.1.6 Momento 6: telhado .....	53
3.1.7 Momento 7: fachadas .....	55
3.2 Sequência Didática 2: A obra – etapas e materiais necessários para construção.....	57
3.2.1 Momento 1: estrutura – pilares, vigas e lajes .....	60
3.2.2 Momento 2: alvenaria – paredes .....	72
3.2.3 Momento 3: cobertura – telhado .....	82
3.2.4 Momento 4: contrapiso e reboco.....	88
3.2.5 Momento 5: revestimento cerâmico.....	96
3.2.6 Momento 6: pintura.....	111
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	116

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	118
REFERÊNCIAS .....	120
APÊNDICE A – PROJETOS .....	122

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Libâneo (2017), o trabalho docente, entendido como atividade pedagógica do professor, teria como objetivos primordiais:

- Assegurar aos alunos o domínio mais seguro e duradouro possível dos conhecimentos científicos;
- Criar condições e meios para estes desenvolverem capacidades e habilidades intelectuais, visando autonomia no processo de ensino aprendizagem e independência de pensamento;
- Orientar as tarefas de ensino com o intuito de ajudar os alunos a escolherem um caminho na vida e terem atitudes e convicções que norteiam suas opções diante dos problemas e situações da vida real.

Entretanto, ainda é comum as escolas atribuírem ao ensino a tarefa de mera transmissão de conhecimentos, sobrecarregando os alunos de informações que são apenas decoradas, além de listas de exercícios repetitivas. Essa é a didática tradicional, que ainda se perpetua nas escolas brasileiras (LIBÂNEO, 2017).

Com essas práticas, os conhecimentos acabam se tornando estereotipados, sem valor educativo vital, desprovidos de significados sociais, inúteis para a formação das capacidades intelectuais e para a compreensão crítica da realidade (LIBÂNEO, 2017).

Sendo assim, essas práticas atrapalham a obtenção dos objetivos primordiais da atividade pedagógica do professor. Quando se fala em ensino da Matemática, essa dificuldade pode ser ainda maior. Giovani (1992) diz que:

A Matemática é geralmente considerada uma ciência à parte, desligada da realidade, vivendo na penumbra de um gabinete fechado, onde não entram ruídos do mundo exterior, nem o sol, nem os clamores do homem (GIOVANI, 1992).

“De onde veio isso?”, “Para que serve isso?”, “Quando é que vou usar isso na minha vida?”, são famosos questionamentos que o professor pode ouvir em sala de aula, especialmente o professor de Matemática.

Segundo Sebastião e Silva (1967/68) citado por Vasconcelos (2009), ensinar Matemática sem mostrar a origem e a finalidade dos conceitos é como falar de cores a um daltônico: é construir no vazio. Especulações Matemáticas que, pelo menos no início, não estejam solidamente apoiadas em intuições, resultam inoperantes, não falam ao espírito, não o iluminam (VASCONCELOS, 2009).

Assim, diversos autores (Polya, 1977; Dante, 2005; Halmenschlager, 2001) defendem métodos alternativos de ensino-aprendizagem na Matemática, com o intuito de atrair o aluno a querer aprender Matemática.

Resolver problemas, criar modelos matemáticos através de situações reais, conhecer a História da Matemática, utilizar jogos e materiais manipulativos, utilizar mídias tecnológicas, são exemplos de metodologias que podem ser empregadas com a finalidade de tornar o ensino da Matemática mais atrativo para o aluno.

Estudar os conteúdos matemáticos sem considerar a sua relevância ou em que contexto aquele assunto poderia ser utilizado, dificulta o processo de aprendizagem, uma vez que pode tornar o estudo desinteressante e sem sentido para o discente. Desta forma, é importante mostrar aos alunos que a Matemática não é apenas uma disciplina que estes são obrigados a estudar na escola para passarem de ano. Afinal, a Matemática está presente em diversos contextos e aplicações do cotidiano, além de ser utilizada nas mais diversas profissões, levando o aluno a refletir a importância de aprender e estudar a disciplina.

Considerando a dificuldade que muitos discentes possuem de aplicar a Matemática tradicional, estudada em sala de aula, com a Matemática presente no cotidiano das pessoas, trazer o estudo desta para mais próximo da realidade é uma forma atraente de ensino e aprendizagem da disciplina. Assim, a Modelagem Matemática é a tendência de ensino que proporciona ao aluno explorar temáticas que geralmente fazem parte do seu cotidiano.

Deste modo, a escolha de utilizar a construção civil como método de aprendizagem da Matemática dá-se em razão da variedade de formas que a Matemática é encontrada na construção, como na geometria dos elementos construtivos, no cálculo de áreas e volumes, no quantitativo de materiais, no cálculo do custo da obra, entre outros. Outro fator de relevância é a variedade de profissionais que trabalham na construção civil e utilizam constantemente a Matemática para realizar o seu trabalho, como: arquitetos, engenheiros, mestre de obras, pedreiros, gesseiros, encanadores, pintores, entre outros.

Assim, o propósito deste trabalho é utilizar a Modelagem Matemática por meio de sequências didáticas como ferramenta de ensino aplicada à construção civil, de modo a fazer com que o aluno enxergue a Matemática como algo que está presente corriqueiramente a sua volta, e que, desta forma, possa facilitar o ensino-aprendizagem dos estudantes, tornando-o mais próximo da realidade deles.

Para tanto, serão analisadas as principais etapas da construção de uma edificação, observando a Matemática envolvida em cada situação. Para isso foram elaboradas duas sequências didáticas.

O capítulo 2 deste trabalho trata do referencial teórico, em que foi abordado sobre a educação do Brasil, a educação Matemática no Brasil e de acordo com a BNCC. Além disso, foi abordado sobre as principais tendências Matemáticas utilizadas neste trabalho de forma direta ou indireta, sobre o objetivo e como deve ser realizada uma Sequência Didática e, por fim, sobre a construção civil.

Já o capítulo 3 apresenta as sequências didáticas trabalhadas. A primeira sequência didática tem como objetivo através de uma sequência executiva construir um projeto de uma casa. Nesta sequência o aluno trabalhará como um arquiteto, ou seja, criando um de arquitetura para uma casa. Já a segunda sequência didática, tem como objetivo calcular os materiais necessários para executar as principais etapas de uma construção: estrutura, alvenarias (paredes), cobertura (telhado), reboco, contrapiso, revestimento cerâmico e pintura. Nesta sequência, o aluno fará um trabalho comumente realizado por engenheiros, mestres de obras e pedreiros.

Assim, essas sequências didáticas poderão ser desenvolvidas em sala de aula, com o intuito de incentivar o desenvolvimento de habilidades contidas na Base Nacional Comum Curricular para Matemática e suas tecnologias no ensino básico, além de poder proporcionar uma aproximação do aluno ao mundo de trabalho da construção civil.

Por fim, para finalizar o trabalho, o capítulo 4 traz os resultados obtidos e o capítulo 5 as considerações finais, ressaltando os conceitos matemáticos que os alunos podem obter, além do conhecimento de mundo, do mundo do trabalho, isso tudo, através da utilização da modelagem Matemática e de mídias tecnológicas, que possibilita o aluno aprender Matemática de forma dinâmica e interativa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A Educação no Brasil

Conforme preconiza a Constituição Federal (1988), a educação é um direito social de todos os brasileiros, sendo competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proporcionar os meios de acesso a esta.

Além disso, a Constituição Federal de 1988 também estabelece a aprovação de um plano nacional de educação, com duração de dez anos, com o objetivo de:

[...] articular o sistema nacional de educação em regime de colaboração e definir diretrizes, objetivos, metas e estratégias de implementação para assegurar a manutenção e desenvolvimento do ensino em seus diversos níveis, etapas e modalidades por meio de ações integradas dos poderes públicos das diferentes esferas federativas (BRASIL, 1988).

Assim, conduziria à erradicação do analfabetismo, à universalização do atendimento escolar, à melhoria da qualidade do ensino, à formação para o trabalho, à promoção humanística, científica e tecnológica do País e ao estabelecimento de meta de aplicação de recursos públicos em educação como proporção do produto interno bruto (BRASIL, 1988).

Reforçando a ideia de universalização do atendimento escolar, o Ministério da Educação (MEC) homologou, em 2018, a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), criando uma base comum para toda a Educação Básica brasileira.

A BNCC, de acordo com MEC, é um documento normativo com o escopo de definir o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica brasileira. Tem como objetivo principal ser a balizadora da qualidade da educação do país, estabelecendo um patamar de aprendizagem e desenvolvimento, direito de todos os estudantes (BRASIL, 2018).

Desta forma, a Base deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas brasileiras, bem como as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas seja da Educação Infantil, Ensino Fundamental ou Ensino Médio, conforme definido na Lei de Diretrizes e bases da Educação Nacional (BRASIL/MEC, 1996).

A BNCC estabelece conhecimentos, competências e habilidades que todos os discentes sejam capazes de desenvolver ao longo da escolaridade básica, somando-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana, integral e para construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, conforme preconiza também a Constituição Federal

do Brasil. Daí surge a necessidade de conhecer um pouco mais sobre o que diz a Base Nacional Comum Curricular do Brasil, a BNCC.

## **2.2 O Ensino da Matemática de acordo com a BNCC**

De acordo com a BNCC, para o desenvolvimento das habilidades previstas para o Ensino Fundamental até os anos finais, é indispensável considerar as experiências e os conhecimentos matemáticos já vivenciados pelos alunos, criando situações nas quais estes possam fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos da realidade, estabelecendo inter-relações entre eles e desenvolvendo ideias mais complexas.

Levando em consideração que a BNCC avalia que a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Desta forma, os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos.

De acordo com a BNCC, as competências específicas e as habilidades que devem ser desenvolvidas para a Matemática e suas tecnologias no ensino médio são:

- **Competência 1:** Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.

Esta competência resulta em habilidades capazes de favorecer a interpretação e compreensão da realidade pelos estudantes, e contribui para formar cidadãos críticos e reflexivos e também para a formação científica geral dos estudantes (BRASIL, 2018).

- **Competência 2:** Propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.

Esta competência estimula que os estudantes se insiram em situações que possibilitem a análise de questões de impacto social, podendo os mobilizar para propor ou participar de ações individuais ou coletivas com objetivo de solucionar eventuais problemas. Ainda prevê que os

discentes possam identificar aspectos consensuais ou não na discussão tanto dos problemas investigados como das intervenções propostas, com base em princípios solidários, éticos e sustentáveis, valorizando a diversidade de opiniões, sem quaisquer preconceitos. De modo que favoreça a interação entre os estudantes, de forma cooperativa, para aprender e ensinar Matemática de forma significativa (BRASIL, 2018).

- Competência 3: Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.

As habilidades que devem ser desenvolvidas pelos alunos nesta competência, de acordo com a BNCC, são:

As habilidades indicadas para o desenvolvimento dessa competência específica estão relacionadas à interpretação, construção de modelos, resolução e formulação de problemas matemáticos envolvendo noções, conceitos e procedimentos quantitativos, geométricos, estatísticos, probabilísticos, entre outros (BRASIL, 2018).

No Ensino Médio, os estudantes devem desenvolver e mobilizar habilidades que servirão para resolver problemas ao longo de sua vida, por isso é importante que as situações propostas tenham significado real para eles. Nesse sentido, os problemas cotidianos têm papel fundamental na escola para o aprendizado e a aplicação de conceitos matemáticos, considerando que cotidiano não se refere apenas às atividades do dia a dia dos discentes, mas também as questões da comunidade mais ampla e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018).

- Competência 4: Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.

As habilidades vinculadas a essa competência abordam a utilização de diferentes representações de um mesmo objeto matemático na resolução de problemas em vários contextos, como os socioambientais e da vida cotidiana, tendo em vista que elas têm um papel decisivo na aprendizagem dos estudantes. Os alunos devem ser capazes de utilizar as representações matemáticas em diferentes contextos, de modo a ampliarem sua capacidade de pensar matematicamente (BRASIL, 2018).

- Competência 5: Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

O desenvolvimento dessa competência pressupõe um conjunto de habilidades voltadas às capacidades de investigação e de formulação de explicações e argumentos, que podem emergir de experiências empíricas, como induções decorrentes de investigações e experimentações com materiais concretos, apoios visuais e a utilização de tecnologias digitais (BRASIL, 2018).

Segundo a BNCC, essas habilidades têm importante papel na formação matemática dos estudantes, para que construam uma compreensão viva do que é a Matemática, inclusive quanto à sua relevância. É importante enxergar a Matemática como um conjunto de conhecimentos inter-relacionados, coletivamente construído, ou seja, caracterizar a atividade matemática como atividade humana sujeita a acertos e erros, como um processo de buscas, questionamentos, conjecturas, contraexemplos, refutações, aplicações e comunicação (BRASIL, 2018).

Faz-se necessário observar o quanto é ressaltado nas competências específicas e habilidades, a importância de aprender utilizando situações da vida cotidiana, de forma a trazer o ensino da Matemática para mais próximo da realidade do aluno.

Sabendo as habilidades e as competências que os alunos devem possuir durante o ensino médio, é importante discorrer um pouco sobre as dificuldades e as formas de ensino da Matemática no Brasil.

### **2.3 O Ensino da Matemática no Brasil**

O ensino da Matemática costuma provocar sensações contraditórias, tanto para quem ensina como para quem aprende, como a sensação de que a Matemática é uma área de conhecimento importante, ao mesmo tempo que surge a insatisfação por causa dos resultados negativos obtidos com frequência durante a sua aprendizagem (BRASIL, 1997).

Esse sentimento de insatisfação muitas vezes é relacionado com a forma de se ensinar e aprender Matemática dentro da sala de aula. De acordo com Halmenschlager (2001):

O ensino da Matemática, em relação aos saberes escolares oferecidos aos estudantes, ao longo dos tempos, tem sido mera transmissão de conhecimentos do professor ao

estudante, apresentando terminologia própria e usando exemplos, muitas vezes irrealis, que simplificam a situação examinada (HALMENSCHLAGER, 2001).

Desta forma, muitos professores ainda utilizam a forma tradicional de ensinar Matemática, com o professor detentor de todo o saber, que tem a função de passar esse conhecimento muitas vezes de forma mecânica, através de um conjunto de técnicas e listas de exercícios, sendo, em diversas oportunidades, esse conhecimento transmitido desvinculado da realidade do aluno, proporcionando um sentimento de insatisfação observado e dificultando a aprendizagem. D'Ambrósio, citado em HALMENSCHLAGER (2001), ainda enfatiza que:

Aprender não é o mero domínio de técnicas, de habilidades, nem a memorização de algumas explicações teóricas. Para o autor, a aprendizagem é entendida como [...] a capacidade de explicar, de aprender e compreender, de enfrentar criticamente situações novas (HALMENSCHLAGER, 2001).

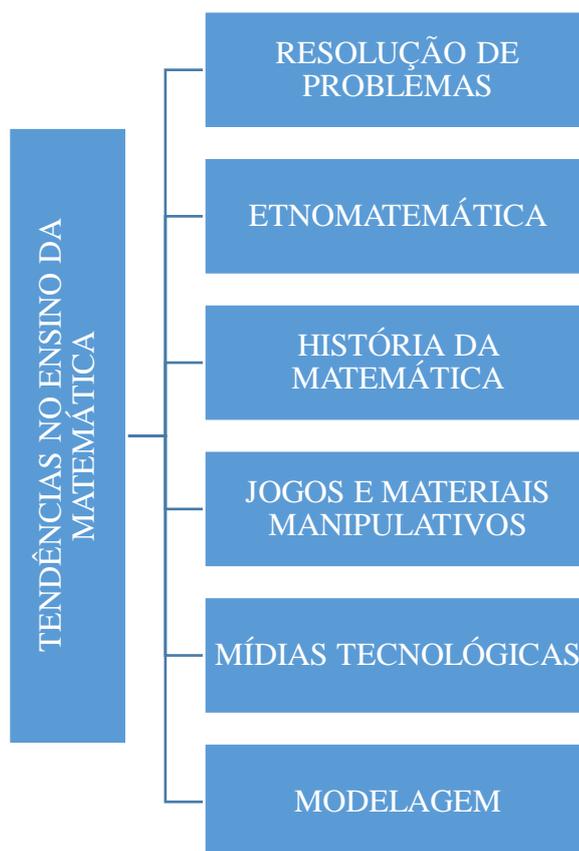
Desta feita, com o escopo de mudar esse quadro, surgem diversas propostas de aprender e ensinar Matemática nas escolas, de modo a fugir do tradicional. Assim, uma ferramenta metodológica atual de ensino é aquela em que o educador não é mais visto como um mero transmissor de conteúdo, mas como alguém que facilita a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, o papel de professor é de certa forma aprender e ensinar em conjunto com os discentes, incentivando discussões, valorizando as ideias que surgirem e instigando a curiosidade. O papel do professor não seria, por exemplo, passar uma fórmula Matemática e mandar os alunos resolverem questões mecânicas utilizando aquela fórmula, mas sim, buscar questionamentos sobre aquela fórmula e tentar aplicá-la no contexto real. Deste modo, o ensino da Matemática não seria mais visto como uma mera decoreba e sim como algo muito mais amplo.

Dentre as diversas formas de estudar e aprender Matemática, pode-se utilizar algumas metodologias como: a resolução de problemas, a etnomatemática, a perspectiva histórica da Matemática, os jogos e materiais manipulativos, as mídias tecnológicas e a modelagem Matemática.

## **2.4 As principais tendências no ensino da Matemática**

A Figura 1 **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** apresenta as principais tendências ou metodologias que podem ser aplicadas no ensino da Matemática.

**Figura 1 – Tendências no Ensino da Matemática**



Fonte: autoria própria

Essas tendências não precisam e nem devem ser trabalhadas de forma isolada. Neste trabalho fora utilizado como foco principal a Modelagem Matemática, porém também foram utilizadas Mídias Tecnológicas. Além disso, a Etnomatemática e Resolução de Problemas também podem ser utilizadas. Assim, ressalta-se a importância de conhecer um pouco sobre essas tendências.

#### 2.4.1 Resolução de Problemas

A resolução de problemas é a tendência em que o estudante tem oportunidade de aplicar conhecimentos matemáticos anteriormente adquiridos para solucionar novos problemas, resolvendo questões propostas. Resolução de problemas é diferente de resolução de exercícios. O exercício é uma atividade que se pratica para aperfeiçoar ou desenvolver algum conhecimento ou conteúdo adquirido, ou seja, é uma forma de praticar e estimular aquele assunto até se obter um grau satisfatório de conhecimento. Já um problema não é uma mera repetição, se trata de uma situação em que é exigido raciocínio e o pensar para solucionar.

De acordo com Polya (1977):

Um professor de Matemática tem, assim, uma grande oportunidade. Se ele preenche o tempo que lhe é concedido a exercitar seus alunos em operações rotineiras, aniquila o interesse e tolhe o desenvolvimento intelectual dos estudantes, desperdiçando, dessa maneira, a sua oportunidade. Mas se ele desafia a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas compatíveis com os conhecimentos destes e auxiliando-os por meio de indagações estimulantes, poderá inculcar-lhes o gosto pelo raciocínio independente e proporcionar-lhes certos meios para alcançar este objetivo (POLYA, 1977).

Dante (2005) é um dos estudiosos que defende a utilização da resolução de problemas como estratégia de ensino, afirmando que:

Mais do que nunca precisamos de pessoas ativas e participantes, que deverão tomar decisões rápidas e, tanto quanto possível, precisas. Assim, é necessário formar cidadãos matematicamente alfabetizados, que saibam como resolver, de modo inteligente, seus problemas de comércio, economia, administração, engenharia, medicina, previsão do tempo e outros da vida diária. E, para isso, é preciso que a criança tenha, em seu currículo de Matemática elementar, a resolução de problemas como parte substancial, para que desenvolva desde cedo sua capacidade de enfrentar situações-problema (DANTE, 2005).

Desta forma, resolver um problema de engenharia, um problema de Construção civil no ensino da Matemática também é uma forma de utilizar a resolução de problemas como ferramenta de ensino e aprendizagem no meio acadêmico.

#### 2.4.2 Etnomatemática

A Etnomatemática é a tendência que articula o conteúdo matemático e as experiências vividas, enfatizando as experiências culturais. Esta leva em consideração que não existe apenas um único conhecimento e sim vários conhecimentos distintos, em que nenhum é menos importante que o outro. De acordo com o aspecto cognitivo, uma pessoa é capaz de realizar situações novas com experiências anteriores, apenas adaptando essas experiências às novas situações e expandindo seus fazeres e saberes.

D'Ambrósio (2013) defende a proposta da Etnomatemática quando afirma que:

A proposta pedagógica da etnomatemática é fazer da Matemática algo vivo, lidando com situações reais no tempo [agora] e no espaço [aqui]. E, através da crítica, questionar o aqui e agora. Ao fazer isso, mergulhamos nas raízes culturais e praticamos dinâmica cultural. Estamos, efetivamente, reconhecendo na educação a importância das várias culturas e tradições na formação de uma nova civilização, transcultural e transdisciplinar (D'AMBROSIO, 2013).

Considerando a proposta da Etnomatemática de lidar com situações reais e fazer da Matemática algo vivo, este trabalho também proporciona ao aluno mergulhar um pouco no universo da Etnomatemática.

#### 2.4.3 Mídias Tecnológicas

As TI (Tecnologias de Informação) ou TDICs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) e mídias tecnológicas são importantes ferramentas que podem ser utilizadas na educação Matemática. Abordar as atividades matemáticas com os recursos tecnológicos enfatiza a experimentação, que seria um aspecto fundamental da educação Matemática. A utilização de mídias tecnológicas é uma forma de se aproximar da realidade social atual, em que as informações e tecnologia estão fortemente presentes. Essa aproximação com a realidade seria uma forma de aproximar o aluno da educação Matemática.

Hodiernamente, as TDICs ou a tecnologia de modo geral é uma realidade fortemente presente em todos os meios e lugares, além de ser uma expertise cada vez mais necessária no mundo do trabalho. Quando se pensa em história da Matemática ou investigação Matemática, a mente já é direcionada a pensar em fazer pesquisas através de ferramentas de buscas online, como o famoso “Google”. Quando se pensa em resolução de problemas ou jogos e materiais manipulativos, existem diversos sites e aplicativos capazes de propor problemas ou simular jogos e materiais manipulativos, até mesmo o famoso quebra-cabeça chinês tangram existe na versão online. É importante entender que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação podem ser grandes aliadas das outras tendências matemáticas no processo de ensino aprendizagem do aluno.

Borba e Penteadado (2005) reforça que a medida que a tecnologia se desenvolve, há uma necessidade de atualização dos conhecimentos sobre o conteúdo ao qual ela está sendo integrada. Assim, utilizar uma calculadora ou um computador em sala de aula aumenta as possibilidades de opções de trabalho com os alunos.

A utilização das tecnologias de informação tem sido vista como um potencializador de ideias, a ponto de quebrar a hegemonia das disciplinas e impulsionar a interdisciplinaridade (BORBA & PENTEADO, 2005).

Desta forma, considerando o quanto as tecnológicas digitais estão inseridas na vida e na realidade atual das pessoas, as mídias tecnológicas podem e devem ser utilizadas como ferramenta de auxílio para o ensino da Matemática.

#### 2.4.4 Modelagem Matemática

De acordo com Bassanezi (2002), a modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. Desta forma, a modelagem é um método de ensinar Matemática que torna o ensino mais próximo da realidade.

No setor educacional, a aprendizagem realizada por meio da modelagem facilita a combinação dos aspectos lúdicos da Matemática com seu potencial de aplicações, e ainda, o estudante pode vislumbrar alternativas no direcionamento de suas aptidões ou formação acadêmica (BASSANEZI, 2002).

Dentre as competências específicas da Matemática para o ensino fundamental, citadas na BNCC, está a utilização de processos e ferramentas matemáticas para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, ressaltando ainda mais a importância dessa tendência no ensino.

Monteiro e Pompeu Jr. (2001) diz que:

(...) a Modelagem Matemática é um processo dinâmico usado para a compreensão de situações advindas do mundo real. Em outras palavras, a Modelagem Matemática pressupõe um ciclo de atuação que parte de uma realidade, cria um Modelo que procura explicar e entender aquela realidade e, com os resultados obtidos, volta-se a ela para validar/reformular o modelo criado (MONTEIRO & POMPEU JR, 2001).

A Modelagem Matemática é uma estratégia de ensino que fornece ao professor a possibilidade de mostrar uma forma mais interessante de ensinar os conteúdos, dando a possibilidade de o aluno formar seus conceitos e resolver problemas através de modelos que facilitem a aprendizagem (SIQUEIRA & NATTI, 2007).

A Modelagem Matemática tem como objetivo resolver problemas reais, presentes no cotidiano das pessoas, utilizando conceitos matemáticos. Através dela, o aluno tem condições de desenvolver sua capacidade de reflexão, deixando de ser um mero repetidor e copiator de conhecimentos, podendo analisar, interpretar e discutir teoricamente o vivido na prática, podendo assim avaliar as dificuldades encontradas, objetivando uma aprendizagem mais interessante e agradável (SIQUEIRA & NATTI, 2007).

Assim, analisando o que diz a BNCC sobre a importância de considerar as experiências e os conhecimentos matemáticos já vivenciados pelos alunos, criando situações nas quais estes possam fazer observações sistemáticas de aspectos da realidade, utilizar a Modelagem Matemática com ferramenta de ensino da Matemática é uma experiência bastante enriquecedora para os alunos.

## **2.5 Sequência Didática**

Com o objetivo de promover melhoria no ensino e na aprendizagem dos alunos há diversos estudos na área da educação com o intuito de proporcionar novas ferramentas e estratégias de ensino. A Sequência Didática (SD) é um exemplo de estratégia de ensino com esse objetivo.

Uma Sequência didática é definida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998).

Assim, uma Sequência Didática é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem (OLIVEIRA, 2013).

Ainda de acordo com Oliveira (2013) os passos básicos da sequência didática são:

- Escolha do tema a ser trabalhado;
- Questionamentos para problematização do assunto a ser trabalhado;
- Planejamento dos conteúdos;
- Objetivos a serem atingidos no processo de ensino e aprendizagem;
- delimitação da sequência de atividades, levando-se em consideração a formação de grupos, material didático, cronograma, integração entre cada atividade etapas, e avaliação dos resultados.

É importante considerar ao planejar uma sequência didática, as relações interativas entre professor/aluno, aluno/aluno e as influências dos conteúdos nessas relações, o papel do professor e o papel do aluno, a organização para os agrupamentos, a organização dos conteúdos, a organização do tempo e espaço, a organização dos recursos didáticos e avaliação (OLIVEIRA, 2013).

Uma Sequência Didática deve ser desenvolvida para atingir um objetivo que atenda às necessidades do aluno. Desta forma, criar uma Sequência Didática relacionada com uma temática que faça parte da realidade do aluno, como temas relacionados a construção civil, é uma forma eficaz de utilizar Sequências Didáticas.

## **2.6 A Construção Civil**

A Construção Civil é a área relacionada com a produção de obras, como casas, edifícios, pontes e viadutos, estradas, entre diversas outras, incluindo reformas e manutenções, representando um dos setores que mais movimentam a economia brasileira. Ao fazer uma breve busca, é fácil encontrar variados tipos de obras, seja de menor porte, como uma reforma em uma casa, uma troca de um piso cerâmico, uma pintura de uma fachada, ou de maior porte, como uma construção de uma ponte ou de um edifício.

Dessa forma, a maioria das pessoas tiveram ou têm algum contato com alguma construção, reforma ou manutenção durante a sua vida, sendo comum alguns, embora sem o conhecimento técnico-científico, considerarem-se conhecedor do assunto, apenas com base no conhecimento empírico que possuem.

Porém, uma construção é algo muito mais amplo. Afinal, são muitos profissionais envolvidos, além de serem muitas etapas para concretização do objetivo final.

#### 2.5.1 Os profissionais ligados à construção

Na construção civil são necessários diversos profissionais para a realização de uma obra, de modo que cada um desempenha uma função para o correto andamento da mesma. A Figura 2, relaciona os principais profissionais que geralmente estão ligados à construção civil, desde o arquiteto, que está presente antes mesmo de iniciar a obra, até o pintor, que geralmente é um dos últimos profissionais contratados.

**Figura 2 – Profissionais ligados à Construção Civil**

Fonte: autoria própria

Como pode-se observar, há realmente diversos profissionais envolvidos durante a construção de uma edificação, cada um com a sua função específica, sendo importante conhecer um pouco sobre cada um deles.

De forma concisa, o arquiteto é o responsável por fazer o projeto arquitetônico, apresentando um desenho de como a edificação deverá ficar após a sua conclusão. Desta forma,

o projeto arquitetônico funciona como uma receita de bolo que deve ser seguida para a realização do objeto final.

Já o engenheiro pode assumir diversas funções na construção civil. De maneira geral, há os engenheiros projetistas, responsáveis pela execução dos demais projetos necessários para iniciar uma obra, como o projeto estrutural, o projeto elétrico, o projeto hidrossanitário, entre outros. Ainda há o engenheiro responsável por gerenciar e executar a obra em si, atuando, de certa forma, como o coordenador geral da obra.

O topógrafo é o profissional responsável por fazer o levantamento topográfico do terreno, onde será construída a edificação, fornecendo as informações necessárias para os arquitetos e os engenheiros poderem realizar os seus respectivos projetos.

O mestre de obras é o responsável por organizar as tarefas diárias dos pedreiros, carpinteiros e demais operários, além de acompanhar o andamento e a qualidade dos serviços executados. Dependendo do porte da obra, além do mestre de obras, pode-se ter o encarregado de obras, que exerce uma função semelhante à do mestre, no entanto, subordinado a este.

Já o técnico é um profissional mais próximo do engenheiro, podendo possuir diversas funções na obra, como o acompanhamento de serviços mais técnicos ou o controle de materiais e equipamentos necessários para um serviço.

O pedreiro é o profissional responsável por dar forma a edificação, ou seja, é aquele que coloca a mão na massa, construindo as paredes, realizando acabamentos e revestimentos, ou seja, executando o reboco, o contrapiso, colocando os azulejos e revestimentos cerâmicos, dentre outras funções. Já o servente é aquele que auxilia os demais profissionais presentes na obra, este pode exercer funções variadas como carregamento de materiais, limpeza geral da obra, preparo de argamassas, retirada de entulhos, entre outras.

O carpinteiro e o armador são profissionais ligados diretamente a execução dos elementos estruturais, como os pilares, também chamados de colunas, as vigas e as lajes. Os carpinteiros constroem formas que reproduzirão o formato daquele elemento que está no projeto, que pode ser em formato cilíndrico, prismático, entre outros. Já os armadores atuam no corte, montagem e dobra das ferragens que serão utilizadas para garantir a resistência adequada daquele elemento de acordo com o projeto.

O eletricista é responsável por executar o projeto de instalações elétricas e o encanador por executar o projeto de instalações hidráulicas e sanitárias, ou seja, a tubulação de água e de esgoto da edificação. O gesso é responsável por executar revestimentos e forros e, por fim, o pintor é responsável por proporcionar o acabamento da edificação.

### 2.5.2 As principais etapas de uma construção

Para realização de uma obra de construção civil é essencial conhecer as etapas e a sequência executiva necessária até a sua finalização. Nem toda obra tem a mesma sequência executiva ou as mesmas etapas, estas podem variar de acordo com cada edificação ou projeto. A Figura 3 apresenta algumas etapas existentes em uma construção, sequenciadas da forma corriqueiramente empregada na construção civil.

**Figura 3 – Etapas para execução de uma obra**



Fonte: autoria própria

Para este trabalho foram escolhidas trabalhar com as principais etapas da construção de uma casa. Vale dizer, o projeto arquitetônico, a estrutura (pilares, vigas e lajes), a alvenaria (paredes), a cobertura (telhado), o revestimento (reboco, contrapiso, revestimento cerâmico do piso e das paredes) e a pintura.

Assim, foram elaboradas duas sequências didáticas, a primeira proporcionará ao aluno construir um projeto de uma casa, seguindo todas as etapas, até obter um modelo final. Já a segunda descreve os passos para calcular a quantidade de material necessária para executar as principais etapas da respectiva casa.

### **3 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS – FORMAS DE APLICAÇÃO DA MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Serão apresentadas duas possibilidades de Sequências Didáticas (SDs) para trabalhar a Matemática da construção civil dentro da sala de aula, sendo estas:

- Sequência Didática 1 (SD 1): O projeto – etapas para realização do projeto de uma casa.
- Sequência Didática 2 (SD 2): A obra – etapas, tempo e materiais necessários para uma construção.

O intuito de dividir em duas SDs é uma forma de dar liberdade para o professor escolher a melhor forma de trabalhar o assunto de acordo com o tempo e os materiais que este tenha disponível, bem como de acordo com as habilidades a serem desenvolvidas em cada etapa. Porém, se o professor tiver disponibilidade pode trabalhar as duas sequências, começando com a SD 1.

As SDs têm como público-alvo os alunos do ensino médio.

O propósito principal destas SDs é criar situações com um significado real para os alunos, para aproximá-los de problemas reais, que podem ser vistos no cotidiano deles.

A partir dessas SDs é possível desenvolver diversas habilidades contidas na BNCC. Essas habilidades, de acordo com a BNCC, expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos estudantes nos diferentes contextos escolares.

A própria BNCC enfatiza sobre a relevância das situações propostas terem um significado real para os discentes, sobre a importância de aplicar problemas do próprio cotidiano para o aprendizado, levando-se em consideração que o cotidiano não é apenas as atividades do dia a dia dos alunos, envolvendo também as questões da comunidade e do mundo do trabalho.

Nesse contexto, trabalhar com a construção civil, um setor que envolve tantas opções serviços e tantos profissionais diferentes é uma atividade bastante enriquecedora para o aluno.

#### **3.1 Sequência Didática 1: O projeto – etapas para realização do projeto de uma casa**

A primeira SD a ser desenvolvida pelos estudantes é a elaboração do projeto que será utilizado posteriormente para a SD 2. Desta forma, nesta primeira parte o propósito é estimular os alunos a elaborarem um projeto de uma casa, em que o projeto é uma idealização de como a obra deve ficar antes de ser construída.

O material necessário para realização desta SD é papel, régua, esquadros e lápis grafite. Em caso de disponibilidade, o aluno também pode utilizar um escalímetro, conforme

apresentado na Figura 4, sendo um instrumento utilizado para medir diferentes escalas. O papel vegetal é o papel mais adequado para construção do projeto, porém pode ser utilizada uma cartolina branca comum ou até mesmo uma folha de ofício. Além disso, se houver disponibilidade, o professor pode utilizar ferramentas computacionais para o mesmo fim.

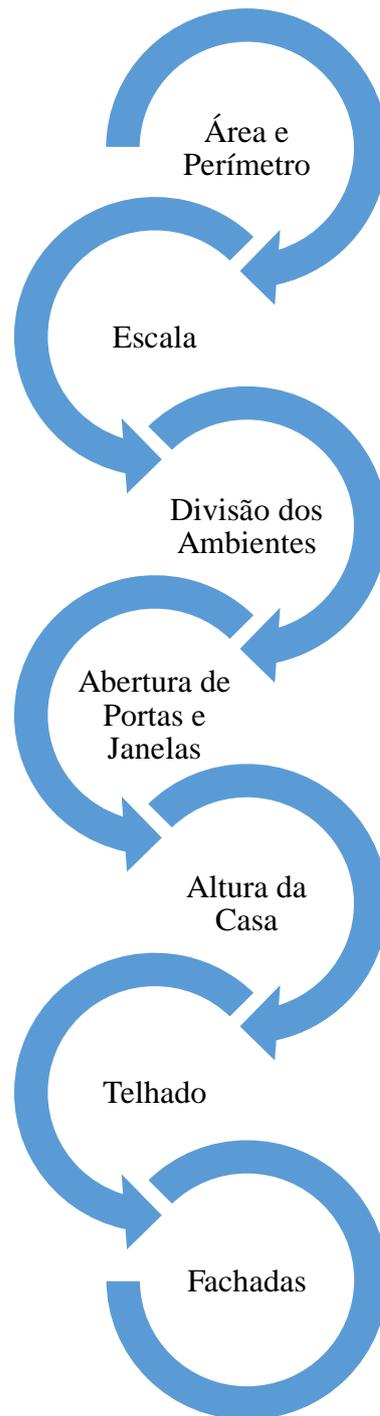
**Figura 4 – Escalímetro**



Fonte: autoria própria

Para realização desta SD foram utilizados o Plano Diretor de Mossoró (MOSSORÓ, 2006) e o Código de Obras de Mossoró (MOSSORÓ, Lei Complementar nº 47. Código de Obras, Posturas e Edificações do Município de Mossoró, 2010), instrumentos utilizados para regularização urbanística da cidade. Faz-se interessante ressaltar que cada cidade tem o seu próprio Plano Diretor e Código de Obras. Desta feita, caso a SD seja aplicada em outra cidade, é importante verificar os instrumentos urbanísticos da mesma, uma vez que há a possibilidade de conter algumas diferenças. Contudo, dificilmente essas diferenças afetariam a aplicação da SD, talvez sendo necessário apenas alguns ajustes, como o ajuste para os índices urbanísticos locais.

A SD é esquematizada em 7 momentos, conforme Figura 5.

**Figura 5 – Esquema SD 1**

Fonte: autoria própria

Em relação as habilidades da BNCC que podem ser desenvolvidas com a aplicação desta SD, têm-se:

- Propor ou participar de ações adequadas às demandas da região, preferencialmente para sua comunidade, envolvendo medições e cálculos de perímetro, de área, de volume, de capacidade ou de massa.

Esta habilidade pode ser bastante desenvolvida em diversos momentos da aplicação da SD, principalmente no cálculo da área e perímetro necessários para a casa, além do cálculo da área e perímetro de cada ambiente interno.

- Aplicar conceitos matemáticos no planejamento, na execução e na análise de ações envolvendo a utilização de aplicativos e a criação de planilhas para tomar decisões.

Esta habilidade pode ser desenvolvida, precipuamente no momento 1 da SD, uma vez que será necessário analisar vários parâmetros para decidir qual a área a ser adotada para a construção da casa.

- Utilizar as noções de transformações isométricas (translação, reflexão, Rotação e composições destas) e transformações homotéticas para construir figuras e analisar elementos da natureza e diferentes produções humanas (fractais, construções civis, obras de arte, entre outras)

Esta habilidade pode ser desenvolvida no momento 2 da SD, quando se estiver estudando diferentes possibilidades de escalas para o projeto.

- Aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos.

Esta habilidade pode ser desenvolvida no cálculo da inclinação do telhado.

O Quadro 1 traz informações gerais sobre a SD1.

#### Quadro 1 – Informações gerais sobre a SD 1

##### **SOBRE A SD 1**

**Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados nesta SD:** cálculo de área e perímetro, cálculo de porcentagens, razão e proporção, transformações homotéticas, utilização de relações métricas em problemas envolvendo triângulos.

**Tempo médio necessário para aplicação da SD?** 10 horas/aula.

**Material necessário para realização da SD:** papel, régua e lápis grafite.

**Material complementar (se houver disponibilidade):** esquadros, escalímetro.

**Observação 1:** É importante realizar todos os momentos desta SD, ou seja, cumprir o passo a passo, até a obtenção do resultado final: o projeto concluído.

### 3.1.1 Momento 1: Início do projeto – definição da área e perímetro

Para iniciar o projeto, preliminarmente deve-se imaginar as dimensões de um terreno ou procurar um terreno real. Para isso o professor pode utilizar uma ferramenta computacional, como o *Google Earth* ou *Google Maps*, objetivando buscar um terreno real em sua cidade e medir o tamanho do terreno através da ferramenta. Esta pode ser uma forma interessante de atrair o estudante e tornar o projeto mais próximo da realidade deste.

Além disso, o docente pode instruir o aluno a medir o tamanho do terreno de suas próprias casas, da escola, de um campo de futebol, entre outros. A título de exemplo, utilizando o *Google Earth*, é possível verificar que as dimensões aproximadas do terreno do estádio Manoel Leonardo Nogueira (Nogueirão) em Mossoró, grifado em amarelo na Figura 6, é de 200 m de largura (frente) e 190 m de comprimento, resultando em uma área em torno de 38.000 m<sup>2</sup>. Enquanto as dimensões aproximadas do espaço da pista do aeroporto da cidade, grifada em amarelo na Figura 7, é de 200 m de largura por 2.230 m de comprimento, resultando em uma área em torno de 446.000 m<sup>2</sup>. Vale dizer, no terreno da pista do aeroporto, “caberiam” 11 estádios do “Nogueirão”.

**Figura 6 – Vista do Estádio Manoel Leonardo Nogueira (Nogueirão)**



Fonte: google earth

**Figura 7 – Vista da Pista do Aeroporto de Mossoró**



Fonte: google earth

Dando continuidade, antes de definir a área e o perímetro da casa, é importante conhecer os conceitos de coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação do solo, taxa de permeabilidade do solo e recuo.

O coeficiente de aproveitamento do terreno, de acordo com o Plano Diretor de Mossoró (PDM), corresponde à razão da soma das áreas de superfícies edificadas, pela área total do terreno. O professor pode incentivar que os alunos criem fórmulas, utilizando os símbolos ou letras que quiserem, para o cálculo desse coeficiente. Sendo assim, o coeficiente de aproveitamento é dado por:

$$CA = \frac{\sum AE}{AT}$$

Equação 1

Sendo:

CA: Coeficiente de Aproveitamento;

$\sum AE$ : somatório das áreas de superfícies edificadas ou área construída total; e

AT: área total do terreno.

Assim sendo, por exemplo, imagine um terreno com 250 m<sup>2</sup>, em que será construída uma casa *duplex*, ou seja, com dois pavimentos, e que cada pavimento possui 200 m<sup>2</sup> de área construída. Sendo assim, de acordo com a Equação 1, o CA será de:

$$CA = \frac{200 + 200}{250} = 1,60$$

A taxa de ocupação do solo, de acordo com o PDM, estabelece a razão entre a projeção horizontal da área da edificação e a área do terreno, expresso em porcentagem, ou seja:

$$TO = \frac{AP}{AT}$$

## Equação 2

Sendo:

TO: Taxa de ocupação do solo;

AP: área de projeção horizontal da edificação; e

AT: área total do terreno

Sendo assim, utilizando o mesmo exemplo, de acordo com a Equação 2, a taxa de ocupação do solo seria de:

$$TO = \frac{200}{250} = 0,80 = 80\%$$

Observe que a área de projeção horizontal da edificação é diferente da área construída total ou somatório das áreas de superfícies edificadas. A área construída total é o somatório de todos os pavimentos da casa, enquanto a área de projeção, como o próprio nome sugere, é a área que é projetado no terreno. Isto posto, estas áreas serão iguais apenas quando a casa for térrea.

Já a taxa de permeabilidade do solo, de acordo com o PDM, consiste na divisão da área da parcela do terreno que permite a infiltração de água pela área toda do terreno, expresso em percentagem, ou seja:

$$TP = \frac{AI}{AT}$$

## Equação 3

Sendo:

TP: Taxa de permeabilidade;

AI: área do terreno que permite a infiltração de água; e

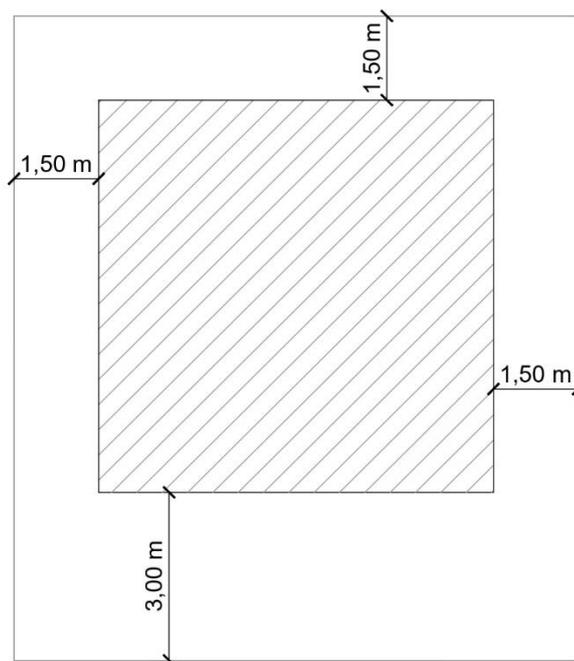
AT: área total do terreno

Deste modo, utilizando o mesmo exemplo e imaginando que a parte não construída do terreno permite a infiltração de água, de acordo com a Equação 3, a taxa de permeabilidade do solo seria de:

$$TP = \frac{50}{250} = 0,20 = 20\%$$

Já os recuos, de acordo com o PDM, são as distâncias medidas entre o limite externo da projeção horizontal da edificação e a divisa do lote. Sendo assim, os recuos mínimos, representados na Figura 8, para os terrenos do município de Mossoró são:

- (a) Frontal: 3,00 m;
- (b) Lateral: 1,50 m, sendo opcional se não houver aberturas (janelas);
- (c) Fundo: 1,50 m.

**Figura 8 – Recuos mínimos de acordo com o PDM**

Fonte: autoria própria

A Tabela 1 fornece as informações do Coeficiente de Aproveitamento máximo, Taxa de Ocupação máxima, Taxa de Permeabilidade mínima e os recuos mínimos já informados, de acordo com o PDM.

**Tabela 1 – Índices Urbanísticos**

ÍNDICES URBANÍSTICOS – ZONA URBANA					
Prescrições Gerais básicas para toda área urbana exceto as Áreas Especiais					
USO	ÍNDICES URBANÍSTICOS				
	Coeficiente de Aproveitamento máximo	Recuos frontais mínimos	Recuos laterais e de fundos mínimos	Taxa de Ocupação máxima	Taxa de Permeabilidade mínima
Residencial unifamiliar	1,5	3,00 m	0 ou 1,5 m	80%	20%
OBS 1.: Pode haver divergências dos índices entre planos diretores de diferentes cidades. OBS 2.: O recuo lateral pode ser zero quando não houver janelas laterais, se houver janelas o recuo deve ser 1,50 m.					

Fonte: autoria própria

Observando os valores da tabela e o exemplo feito anteriormente, a Taxa de Ocupação calculada tinha sido de 80% e a Taxa de Permeabilidade de 20%, ou seja, estas atenderiam a Taxa de Ocupação máxima e a Taxa de Permeabilidade mínima definidas. Já o Coeficiente de Aproveitamento calculado foi 1,6, porém, o Coeficiente de Aproveitamento máximo é de 1,5. Desta forma, apesar das Taxas de Ocupação e Permeabilidade estarem sendo atendidas, a casa não poderia ser construída com 400,00 m<sup>2</sup>, pois ultrapassaria o Coeficiente de Aproveitamento máximo.

Dando continuidade, vamos imaginar então um terreno com dimensões 10,00 m de largura (frente) por 11,50 m de comprimento, ou seja, com uma área de 115,00 m<sup>2</sup>. Sendo assim, sabendo os limites do Coeficiente de Aproveitamento, das Taxas de Ocupação e Permeabilidade e dos recuos, pode-se calcular o tamanho que a casa pode possuir de acordo com cada limite. Com isso, pode-se criar uma planilha com todas as informações obtidas, e em seguida, tomar a decisão de qual será a área e o perímetro da casa.

Assim, de acordo com o Coeficiente de Aproveitamento máximo, utilizando a Equação 1, a área construída máxima para a casa será de:

$$1,5 = \frac{\sum AE}{115}$$

$$\sum AE = 172,50m^2$$

Sabendo a área máxima que pode ser construída de acordo com o Coeficiente de Aproveitamento máximo, o professor pode estimular os alunos a verificarem diferentes perímetros e áreas, sem levar em conta os outros parâmetros. Como, por exemplo:

- (a) Exemplo 1: uma casa com 2 andares, o andar de baixo com 100,00 m<sup>2</sup> e o andar de cima com 72,50 m<sup>2</sup>. Imagine que as dimensões do andar de baixo da casa são 10,00 m por 10,00 m;
- (b) Exemplo 2: uma casa com 2 andares e cada andar com 86,25 m<sup>2</sup>. Imagine que as dimensões da casa são 10,00 m por 8,625 m;
- (c) Exemplo 3: uma casa com 3 andares e cada andar com 57,50 m<sup>2</sup>. Imagine que as dimensões da casa são 5,75 m por 10,00 m;
- (d) Exemplo 4: uma casa com 4 andares e cada andar com 42,25 m<sup>2</sup>. Imagine que as dimensões da casa são 6,50 m por 6,50 m.

Agora, de acordo com a Taxa de Ocupação máxima, utilizando a Equação 2, a área de projeção máxima será de:

$$0,80 = \frac{AP}{115}$$

$$AP = 92,00m^2$$

Já, de acordo com a Taxa de Permeabilidade mínima, utilizando a Equação 3, a área do terreno que permite a infiltração de água:

$$0,20 = \frac{AI}{115}$$

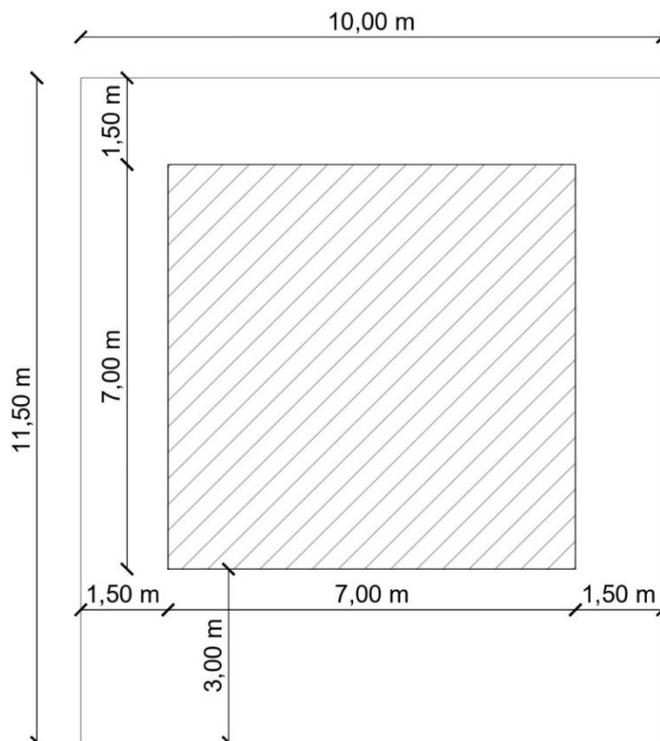
$$AI = 23,00m^2$$

Analisando os quatro exemplos anteriores:

- (a) Exemplo 1: não atenderia a Taxa de Ocupação máxima, pois a área de projeção seria superior a 92,00 m<sup>2</sup>. Também não atenderia a Taxa de Permeabilidade mínima, pois a área do terreno que permite infiltração seria inferior a 23,00 m<sup>2</sup>;
- (b) Exemplo 2: atenderia a Taxa de Ocupação máxima e a Taxa de Permeabilidade mínima;
- (c) Exemplo 3: atenderia a Taxa de Ocupação máxima e a Taxa de Permeabilidade mínima;
- (d) Exemplo 4: atenderia a Taxa de Ocupação máxima e a Taxa de Permeabilidade mínima.

Em relação aos recuos, a Figura 9 representa os recuos mínimos necessários aplicados ao terreno. Pode-se perceber que as dimensões máximas que uma casa térrea com janelas nas laterais pode ter é 7,00 m por 7,00 m, com área de projeção máxima de 49,00 m<sup>2</sup>.

**Figura 9 – Recuos mínimos necessários para o terreno**



Fonte: autoria própria

Analisando os quatro exemplos anteriores:

- (a) Exemplo 1: não atenderia os recuos necessários, pois as dimensões máximas seriam 7,00 m por 7,00 m.
- (b) Exemplo 2: não atenderia os recuos necessários, pois as dimensões máximas seriam 7,00 m por 7,00 m.
- (c) Exemplo 3: não atenderia os recuos necessários, pois as dimensões máximas seriam 7,00 m por 7,00 m.
- (d) Exemplo 4: é o único exemplo que atenderia tanto o Coeficiente de Aproveitamento máximo, a Taxa de Ocupação Máxima e os recuos necessários.

Com isso, é então possível construir a Tabela 2, informando as áreas máximas de acordo com cada índice, para o aluno chegar a conclusão de qual a área e as dimensões máximas da casa.

**Tabela 2 – Área de acordo com os índices urbanísticos**

Área de acordo com os Índices Urbanísticos		
Área construída total máxima de acordo com o Coeficiente de Aproveitamento	Área de projeção máxima de acordo com a Taxa de Ocupação máxima	Área de projeção máxima de acordo com os recuos mínimos
172,50 m <sup>2</sup>	92,00 m <sup>2</sup>	49,00 m <sup>2</sup>

Fonte: autoria própria

Considerando como objetivo construir uma casa térrea e aproveitar o máximo possível do terreno, a área construída máxima para a casa é de 49,00 m<sup>2</sup>, com 7,00 m por 7,00 m.

Sendo assim, para uma casa com área construída de 49,00 m<sup>2</sup> e um terreno de 115,00 m<sup>2</sup>, os índices urbanísticos calculados, são representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Índices Urbanísticos calculados para a casa

ÍNDICES URBANÍSTICOS - CASA				
Coefficiente de Aproveitamento	Recuo frontal	Recuo lateral e do fundo	Taxa de Ocupação	Taxa de Permeabilidade
0,4261	3,00 m	1,5 m	42,61%	57,39%

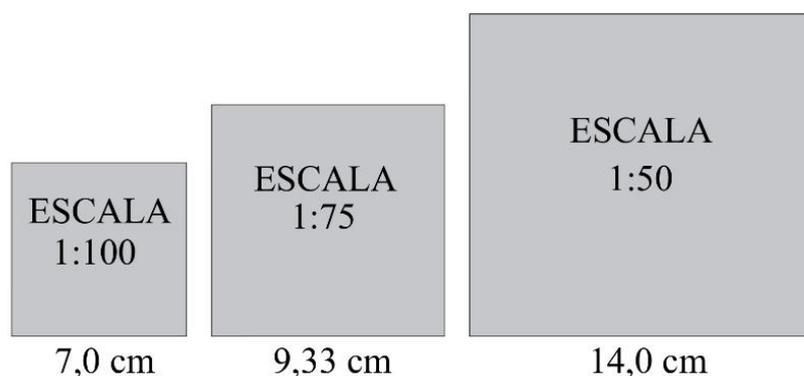
Fonte: autoria própria

### 3.1.2 Momento 2: definição da escala

O professor deve trabalhar com os alunos o conceito de escala, afinal todo projeto é desenhado em uma escala, que é justamente a razão entre o que está representado no papel e o que se tem na realidade. Desta forma, os alunos devem definir qual escala trabalharão no projeto, de acordo com o papel que será trabalhado, que pode ser uma folha de ofício, uma cartolina ou uma folha de papel vegetal.

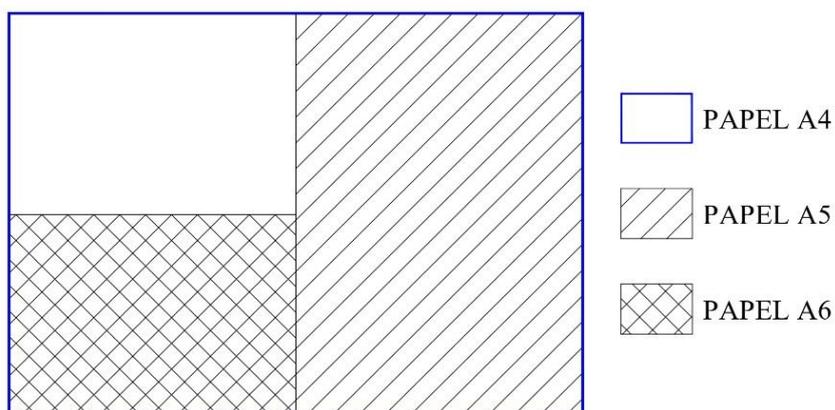
Neste momento, o professor pode utilizar transformações homotéticas para construir figuras em diferentes escalas, utilizando as dimensões definidas para a casa, conforme exemplificado na Figura 10, trabalhando o conceito de escala.

Figura 10 – Relação homotética entre figuras



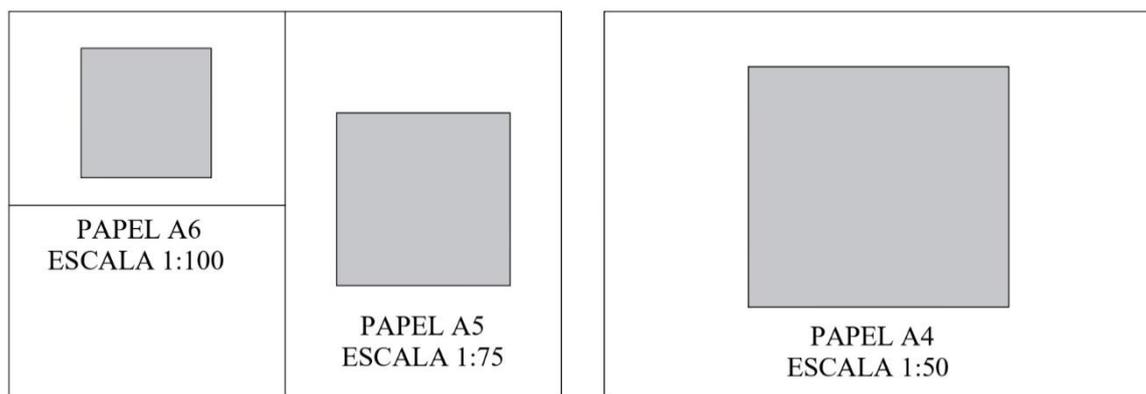
Fonte: autoria própria

Para ajudar os alunos a perceberem qual a melhor escala a ser adotada para o projeto, o professor pode pegar uma folha de papel de tamanho convencional A4, dividi-la ao meio e depois dividir ao meio novamente, resultando em diversos tamanhos, A5 e A6, conforme Figura 11.

**Figura 11 – Tamanhos de papel**

Fonte: autoria própria

Em seguida, o professor deve instruir os alunos a procurarem qual a melhor escala para cada tamanho de papel, utilizando as dimensões escolhidas para a casa, como exemplificado na Figura 12.

**Figura 12 – Diferentes escalas para cada tamanho de papel**

Fonte: autoria própria

Para este projeto, o ideal seria trabalhar com a escala 1:50 ou 1:75, pois é possível acrescentar um maior número de informações ao projeto, sem deixar o desenho sobrecarregado e confuso.

### 3.1.3 Momento 3: divisão dos ambientes

Após estabelecer a área, as dimensões do terreno e da casa, além da escala que deve ser adotada para o projeto, os alunos podem começar a projetar a casa, começando com os

cômodos: quartos, cozinha, banheiros, sala. A ideia é que o professor instigue a curiosidade dos alunos, incentive estes a medirem o tamanho dos cômodos de suas próprias casas para terem uma ideia, por exemplo, de quantos metros quadrados um quarto deve ter, qual o tamanho de uma cama, de maneira que os alunos criem algo de acordo com a realidade.

Desta forma, os alunos podem desenhar todos os cômodos que acharem necessários para a casa e também desenhar os móveis, como cama, guarda-roupa, sofá, mesa, fogão, geladeira, pia e aparelhos sanitários, de acordo com as suas dimensões reais. Os alunos ainda podem medir as dimensões dos móveis de suas casas ou pesquisarem quais seriam essas medidas. Após tudo isso, aí sim eles podem verificar se os móveis estão compatíveis com a dimensão dos cômodos adotados.

A Tabela 4 mostra a área mínima necessária para cada cômodo de acordo com o Código de Obras do município de Mossoró para auxiliar o professor sobre os tamanhos adequados para cada ambiente em uma edificação do tipo residencial. É interessante que o professor primeiramente estimule a curiosidade dos alunos para pesquisarem e não apenas apresente a tabela.

**Tabela 4 – Áreas e dimensões mínimas dos ambientes residenciais**

<b>Área e dimensão mínima por ambiente residencial</b>		
<b>Ambientes</b>	<b>Área mínima</b>	<b>Forma geométrica que admita inscrição de um círculo com diâmetro mínimo de</b>
<b>Sala</b>	7 m <sup>2</sup>	2,50 m
<b>Sala (em residências de interesse social)</b>	5 m <sup>2</sup>	2,00 m
<b>Dormitório</b>	7,30 m <sup>2</sup>	2,50 m
<b>Cozinha</b>	4,50 m <sup>2</sup>	1,50 m
<b>Banheiro</b>	2,20 m <sup>2</sup>	1,10 m
<b>Lavabo (local com somente vaso sanitário e cuba)</b>	1,60 m <sup>2</sup>	1,00 m
<b>Banheiro de serviço</b>	2,00 m <sup>2</sup>	1,00 m
<b>Área de banho/chuveiro</b>	Dimensões mínimas de 0,80 m x 0,80 m	

Fonte: informações obtidas no Código de Obras de Mossoró (MOSSORÓ, 2010)

A Tabela 5 traz algumas medidas de móveis, essas medidas não são exatas, sendo, na verdade, medidas estimadas, com o intuito de fornecer um suporte ao docente.

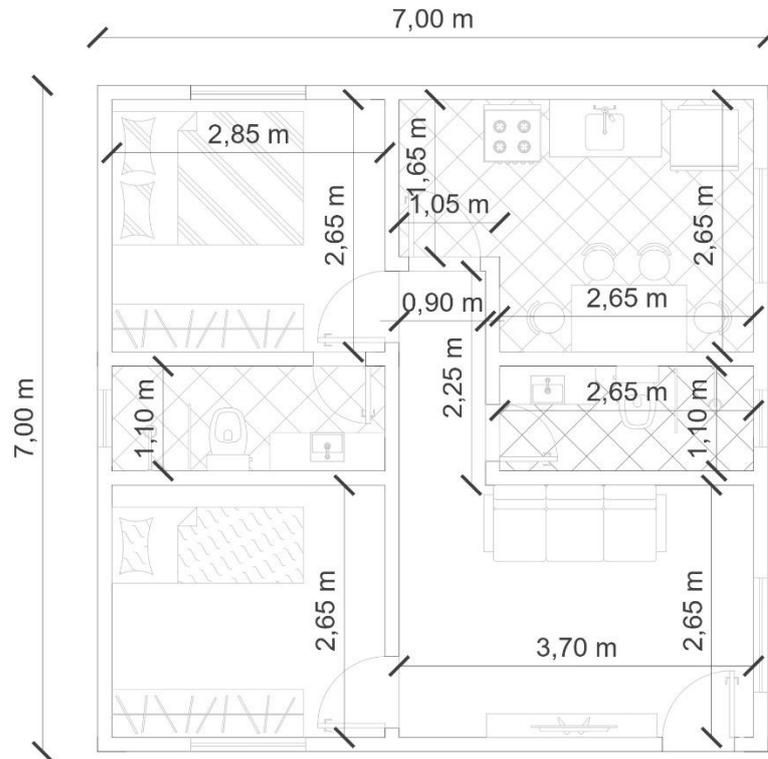
**Tabela 5 – Dimensões aproximadas de mobiliário**

<b>Dimensões de mobiliário</b>	
<b>Cama de Solteiro</b>	2,00 m x 0,90 m
<b>Cama de Casal</b>	2,00 m x 1,40 m
<b>Guarda-roupa</b>	Profundidade: 50 cm
<b>Sofá 2 lugares</b>	1,50 m x 0,80 m
<b>Sofá 3 lugares</b>	2,00 m x 0,80 m
<b>Mesa 4 lugares</b>	1,40 m x 0,90 m
<b>Mesa 6 lugares</b>	1,80 m x 1,00 m
<b>Fogão</b>	0,70 m x 0,70 m
<b>Geladeira</b>	0,80 m x 0,80 m
<b>Pia</b>	Profundidade: 50 cm

Fonte: autoria própria

Assim, com orientação do professor, os discentes já possuem condições de projetar a sua casa. A Figura 13 mostra um exemplo de um projeto com dois quartos, dois banheiros, cozinha e sala, que será utilizado como base a partir deste momento. A espessura da parede foi fixada em 18 cm, considerando 14 cm da espessura do tijolo e 2 cm do revestimento para cada lado da parede.

**Figura 13 – Divisão dos ambientes internos da casa**



Fonte: autoria própria

#### 3.1.4 Momento 4: abertura de portas e janelas

O Código de Obras do município de Mossoró (MOSSORÓ, 2010) também dispõe sobre a abertura mínima para iluminação e ventilação necessária para cada ambiente, conforme Tabela 6. O professor deve mostrar essas informações para que os alunos possam calcular a abertura adequada para as janelas de cada ambiente.

**Tabela 6 – Abertura mínima para ventilação e iluminação**

<b>Abertura mínima para ventilação e iluminação por ambiente</b>	
<b>Ambientes</b>	<b>Abertura Mínima</b>
<b>Com permanência prolongada (quarto)</b>	1/8 da área do piso
<b>Com permanência transitória (sala, cozinha, banheiro)</b>	1/10 da área do piso
Pode ser dispensada a abertura nos closets, despensas e depósitos residenciais	

Fonte: informações obtidas no Código de Obras de Mossoró (MOSSORÓ, 2010)

Deste modo, de acordo com as dimensões de cada cômodo já definidas, é possível calcular a área do piso de cada ambiente e em seguida calcular a abertura mínima necessária. Sabendo a área de abertura mínima, pode-se escolher uma janela que atenda ao requisito. Essas informações podem ser colocadas em uma planilha, como mostra a Tabela 7.

**Tabela 7 – Área mínima e dimensões adotadas das janelas**

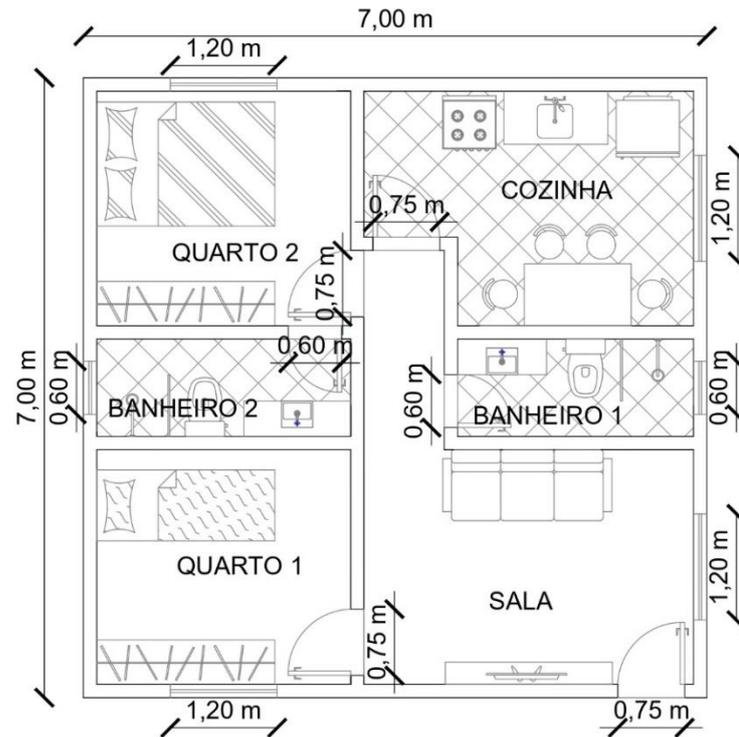
<b>Dimensões Adotadas das Janelas</b>					
<b>Ambientes</b>	<b>Área</b>	<b>Abertura Mínima</b>		<b>Dimensões adotadas</b>	<b>Área adotada</b>
<b>Sala</b>	9,52 m <sup>2</sup>	1/10	0,95 m <sup>2</sup>	1,20 m x 1,00 m	1,20 m <sup>2</sup>
<b>Quarto 1</b>	7,307 m <sup>2</sup>	1/8	0,91 m <sup>2</sup>	1,20 m x 1,00 m	1,20 m <sup>2</sup>
<b>Banheiro 1</b>	2,79 m <sup>2</sup>	1/10	0,28 m <sup>2</sup>	0,60 m x 0,60 m	0,36 m <sup>2</sup>
<b>Quarto 2</b>	7,307 m <sup>2</sup>	1/8	0,91 m <sup>2</sup>	1,20 m x 1,00 m	1,20 m <sup>2</sup>
<b>Banheiro 2</b>	3,00 m <sup>2</sup>	1/10	0,30 m <sup>2</sup>	0,60 m x 0,60 m	0,36 m <sup>2</sup>
<b>Cozinha</b>	8,47 m <sup>2</sup>	1/10	0,85 m <sup>2</sup>	1,20 m x 1,00 m	1,20 m <sup>2</sup>

Fonte: autoria própria

Já para as portas, o Código de Obras do Município estabelece apenas uma altura mínima de 2,10 m. Sendo assim foram definidas as portas dos banheiros com 60 cm de largura e as demais portas da casa com 75 cm de largura. O professor pode deixar livre para os alunos definirem tanto o tamanho das portas, como o tamanho das janelas, respeitando apenas o mínimo necessário.

Desta forma, a casa já possui todos os cômodos definidos, com as suas respectivas aberturas de janelas e portas, conforme Figura 14. Para melhor visualização do projeto, a Figura 15 apresenta uma imagem em 3D do ambiente interno da casa, feita através do software SketchUp.

Figura 14 – Divisão interna da casa com aberturas de portas e janelas



Fonte: autoria própria

Figura 15 – Divisão interna da casa em 3D



Fonte: autoria própria

### 3.1.5 Momento 5: altura da casa

Além da área, o aluno deve definir a altura que terá a sua casa. Deste modo, a Tabela 8 apresenta a altura mínima necessária de acordo com o Código de Obras do município de Mossoró (MOSSORÓ, 2010) dependendo do tipo de ambiente em uma edificação do tipo residencial. Da mesma forma, o ideal é que o professor instigue a curiosidade dos alunos para estes pesquisarem, por exemplo, a altura da sala da casa deles ou da própria sala de aula.

**Tabela 8 – Altura mínima por ambiente em uma residência**

<b>Altura mínima por ambiente</b>	
<b>Ambientes</b>	<b>Altura mínima (pé-direito)</b>
<b>Com permanência prolongada (quarto)</b>	2,50 m
<b>Com permanência transitória (sala, cozinha, banheiro)</b>	2,30 m
<b>Com telhado inclinado</b>	2,30 m (ponto mais baixo)
<b>Varandas</b>	2,20 m
<b>Garagens</b>	2,10 m
<b>Portas, vãos, aberturas</b>	2,10 m

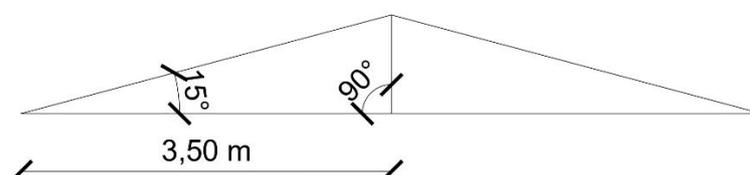
Fonte: informações obtidas no Código de Obras de Mossoró (MOSSORÓ, 2010)

Assim sendo, qualquer medida igual ou superior a 2,50 m poderá ser utilizada como altura da casa. Ademais, cabe estabelecer que, no exemplo adotado, será definida a altura de 3,00 m.

### 3.1.6 Momento 6: telhado

O próximo passo é definir a inclinação do telhado para poder fazer o desenho das fachadas da casa. Podem ser definidas diferentes inclinações de telhados para o cálculo do telhado. Como exemplo, será definida uma inclinação do telhado de 15°, conforme representa Figura 16.

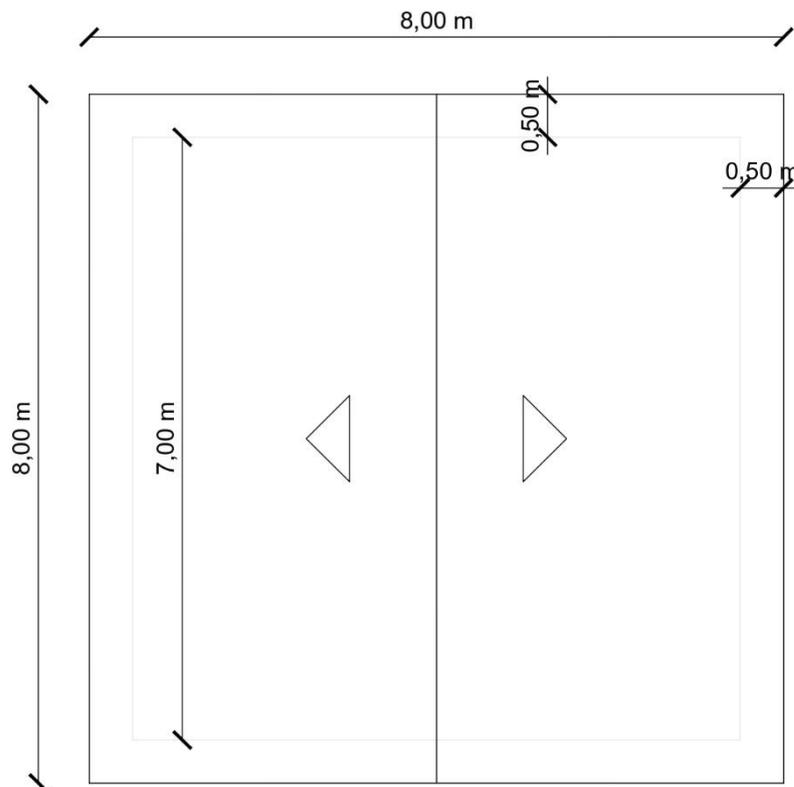
**Figura 16 – Inclinação do telhado**



Fonte: autoria própria

O telhado deve ultrapassar 50 cm em toda a projeção da edificação, como representado na Figura 17.

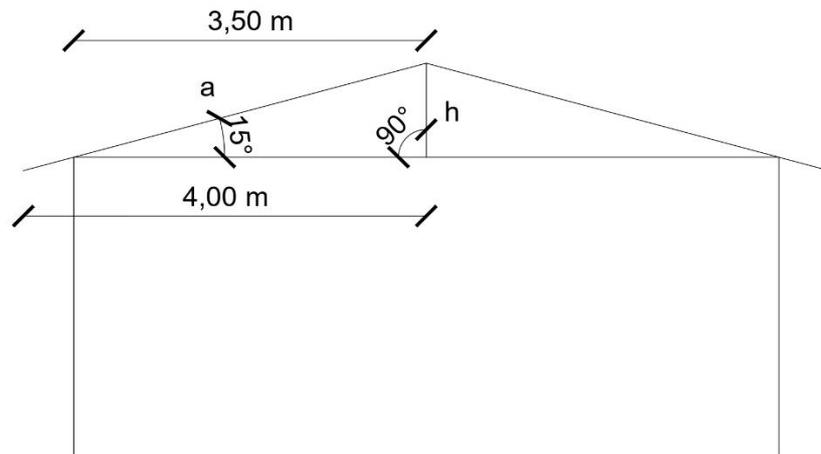
**Figura 17 – Planta de cobertura**



Fonte: autoria própria

Com as informações detalhadas da Figura 18 e aplicando as relações métricas, como a lei do seno e do cosseno e as noções de congruência e semelhança, para resolver problemas que envolvam triângulos, é possível calcular as dimensões do telhado.

**Figura 18 – Dimensões do telhado**



Fonte: autoria própria

Assim:

$$\frac{a}{\sin 90^\circ} = \frac{4,00}{\sin 75^\circ} \therefore a = 4,14 \text{ m}$$

$$\frac{h}{\sin 15^\circ} = \frac{3,50}{\sin 75^\circ} \therefore h = 0,9378 \text{ m}$$

### 3.1.7 Momento 7: fachadas

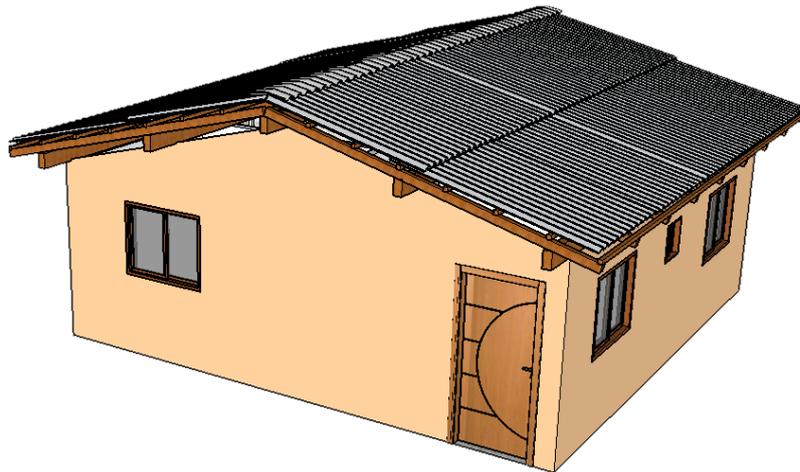
Com todas essas informações, os alunos podem construir o desenho das fachadas, conforme a Figura 19. Para melhor visualização do projeto, a Figura 20 apresenta uma imagem em 3D da fachada da casa.

Figura 19 – Fachadas



Fonte: autoria própria

Figura 20 – Fachada da Casa em 3D



Fonte: autoria própria

### **3.2 Sequência Didática 2: A obra – etapas e materiais necessários para construção**

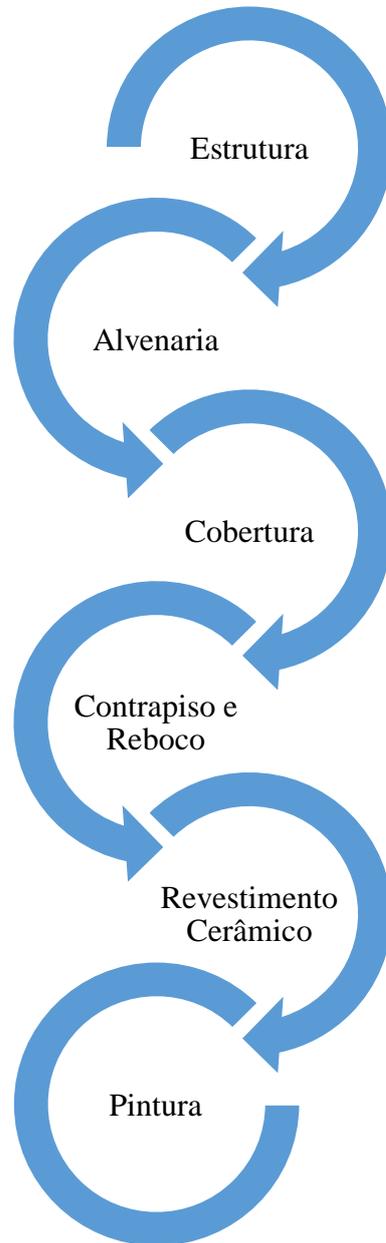
A segunda Sequência Didática (SD2) representa as etapas e o cálculo dos materiais necessários para a execução de uma obra. Para calcular a quantidade de materiais é necessário ter o projeto da casa que será construída. Desta forma, foi escolhido trabalhar com o projeto da casa apresentado na SD 1. O projeto completo está apresentado no Apêndice A, para que o professor possa imprimir e entregar para os alunos. Se o professor tiver realizado a SD 1, pode sugerir que cada aluno trabalhe com o seu projeto criado.

O material necessário para realização desta SD é basicamente papel, lápis e calculadora. Observando que, se houver disponibilidade, o aluno pode também utilizar ferramentas computacionais para criação de planilhas. Ademais, nos momentos 1, 2 e 5 desta SD também foram utilizados os seguintes materiais: duas caixas de isopor, cimento, areia, pedra britada, uma masseira, uma colher de pedreiro e uma balança.

Assim, com o projeto definido, é necessário conhecer as etapas que envolvem a construção de uma obra e, em seguida, calcular a quantidade de cada material que será empregado em cada serviço.

Deste modo, nesta SD, a ideia é que o educador oriente os alunos sobre os materiais necessários para cada etapa da obra. Na sequência, os alunos devem fazer o quantitativo de materiais de acordo com o projeto e, após o quantitativo realizado, o professor também pode estimular os alunos a procurarem os preços reais, com o intuito de obter também o valor real gasto com os materiais para a construção da casa.

Os materiais necessários para a obra serão calculados de acordo com cada etapa da construção, seguindo a sequência executiva. Como o objetivo é apenas didático, será trabalhado apenas com as principais etapas de uma obra. Desta forma, a SD é esquematizada em 6 momentos, conforme Figura 21.

**Figura 21 – Esquema SD 2**

Fonte: autoria própria

Esta SD tem um diferencial quando comparada com a anterior, pois o professor tem a opção de trabalhar com as etapas de forma independente. Por exemplo, o professor pode trabalhar apenas com o cálculo da quantidade de tijolos e argamassa para construir as paredes

da casa (momento 2) ou o cálculo do volume de tinta necessária para a pintura da casa (momento 6).

Em relação as habilidades da BNCC que podem ser desenvolvidas com a aplicação desta SD, têm-se:

- Propor ou participar de ações adequadas às demandas da região, preferencialmente para sua comunidade, envolvendo medições e cálculos de perímetro, de área, de volume, de capacidade ou de massa.

Esta habilidade pode ser bastante desenvolvida em diversos momentos da aplicação da SD, principalmente se tratando de cálculos de perímetro, de área e de volume.

- Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Esta habilidade pode ser desenvolvida em diversos momentos da SD, como no cálculo do gasto de material necessário para a estrutura (concreto), para o revestimento (argamassa) e para a pintura.

- Investigar processos de obtenção da medida do volume de prismas, pirâmides, cilindros e cones, incluindo o princípio de Cavalieri, para a obtenção das fórmulas de cálculo da medida do volume dessas figuras.

Esta habilidade pode ser desenvolvida no momento do cálculo do volume de concreto da estrutura, que neste caso, envolve elementos prismáticos e troncos de pirâmide.

- Resolver problemas sobre ladrilhamento do plano, com ou sem apoio de aplicativos de geometria dinâmica, para conjecturar a respeito dos tipos ou composição de polígonos que podem ser utilizados em ladrilhamento, generalizando padrões observados.

Esta habilidade pode ser desenvolvida no momento do planejamento do revestimento cerâmico.

O Quadro 2 traz informações gerais sobre a SD2.

### Quadro 2 – Informações gerais sobre a SD 2

#### SOBRE A SD 2

**Observação 1:** Não é necessário realizar todos os momentos desta SD sequenciados. O professor pode trabalhar com cada momento separadamente, de acordo com a necessidade.

**Observação 2:** É necessário ter um projeto arquitetônico para realização desta SD, conforme o projeto apresentado no Apêndice A.

**Observação 3:** Se o professor tiver realizado a SD 1, cada aluno pode trabalhar com o projeto que criou.

Fonte: autoria própria

#### 3.2.1 Momento 1: estrutura – pilares, vigas e lajes

O Quadro 3 traz informações gerais sobre o Momento 1 da SD2.

#### Quadro 3 – Informações gerais sobre a SD 2: Momento 1

#### SD 2: Momento 1

**Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados:** cálculo de volume de diferentes sólidos, análise de razão e proporção.

**Tempo médio necessário para aplicação da SD:** 4 horas/aula.

**Material necessário para realização da SD:** papel, lápis grafite e calculadora.

**Material complementar utilizado para realização da SD:** duas caixas de isopor, cimento, areia, pedra britada, masseira, colher de pedreiro e balança.

Observação 1: As caixas de isopor podem ser substituídas por caixas de outros materiais

Observação 2: A masseira pode ser substituída por qualquer outra base, podendo até mesmo ser dispensada.

Observação 3: A colher de pedreiro pode ser substituída por qualquer outro material que auxilie na mistura de materiais.

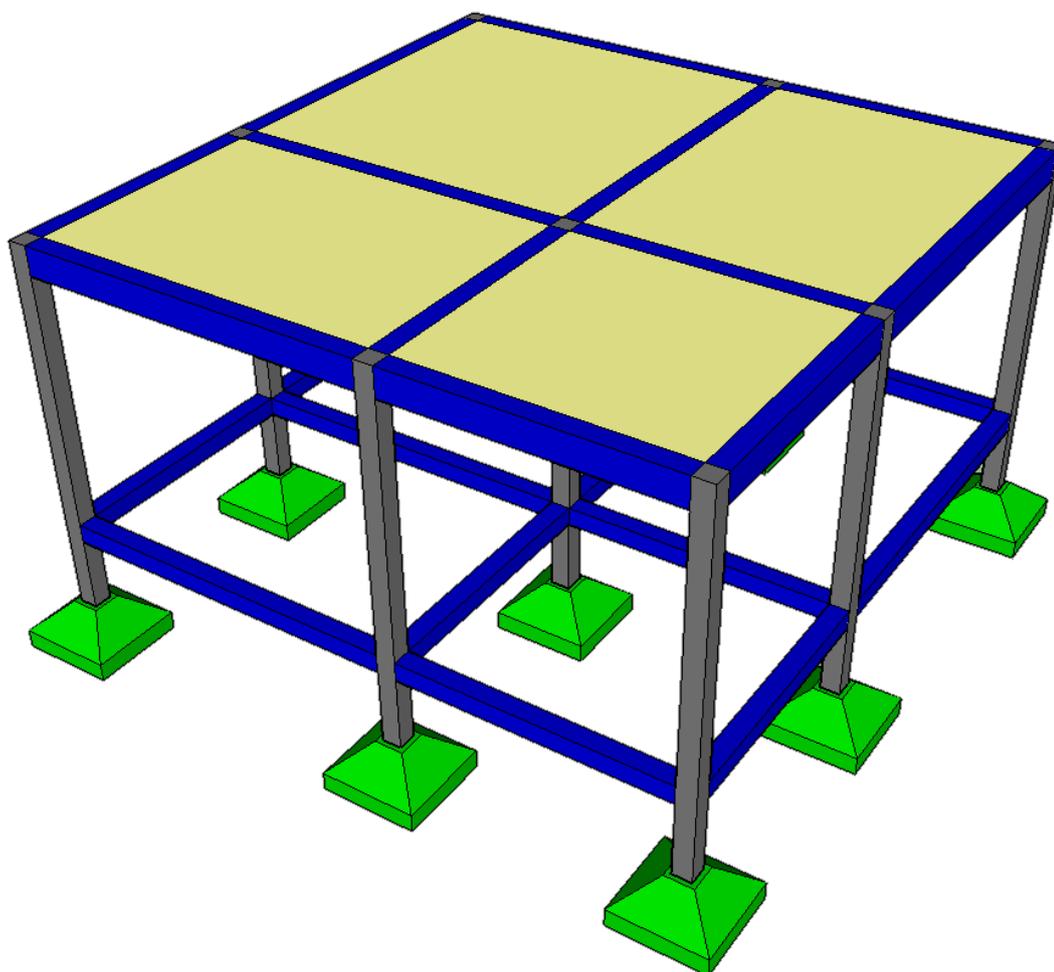
Fonte: autoria própria

Apenas para efeito didático, é interessante criar elementos estruturais, com o objetivo de trabalhar com a geometria destes e calcular o volume de concreto utilizado para a construção da casa. O concreto é um material obtido mediante uma mistura de areia, brita, cimento e água, através de uma proporção estabelecida.

Sendo assim, apenas para efeito didático, o professor apresentará para os alunos o projeto estrutural da casa, conforme será mostrado a seguir.

A estrutura de uma casa é o esqueleto, ou seja, a parte que dá sustentação a casa. Os elementos estruturais do projeto estão representados na Figura 22. Os elementos na cor verde representam as sapatas, isto é, a fundação ou alicerce da casa, que são constituídos por uma composição de um elemento prismático com um tronco de pirâmide. Já os elementos na cor cinza representam os pilares, que são elementos prismáticos verticais. Os elementos na cor azul representam as vigas, também chamadas de cintas, que são elementos prismáticos horizontais. Por fim, os elementos na cor amarela são as lajes, que são elementos prismáticos de superfície.

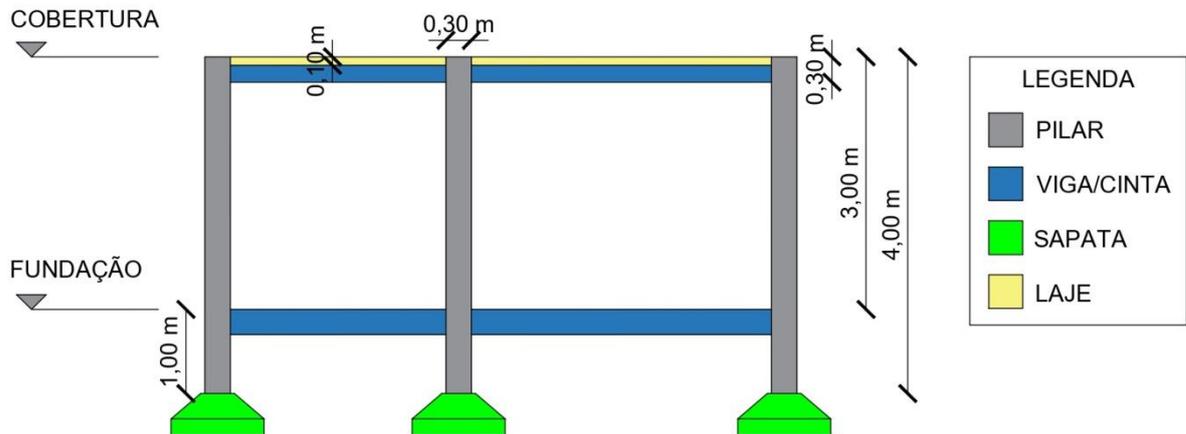
**Figura 22 – Esquema da estrutura da casa em 3D**



Fonte: autoria própria

A Figura 23 apresenta um corte esquemático da estrutura, dividindo em dois níveis: fundação e cobertura.

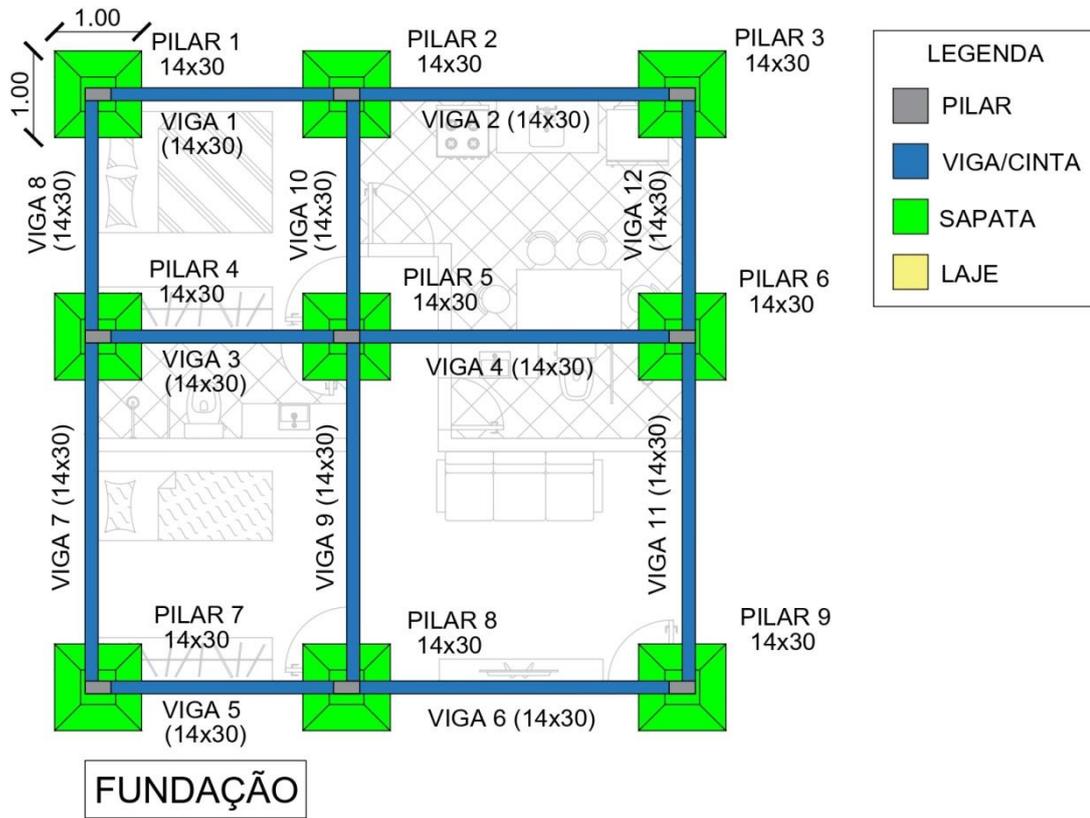
**Figura 23 – Corte esquemático da estrutura**



Fonte: autoria própria

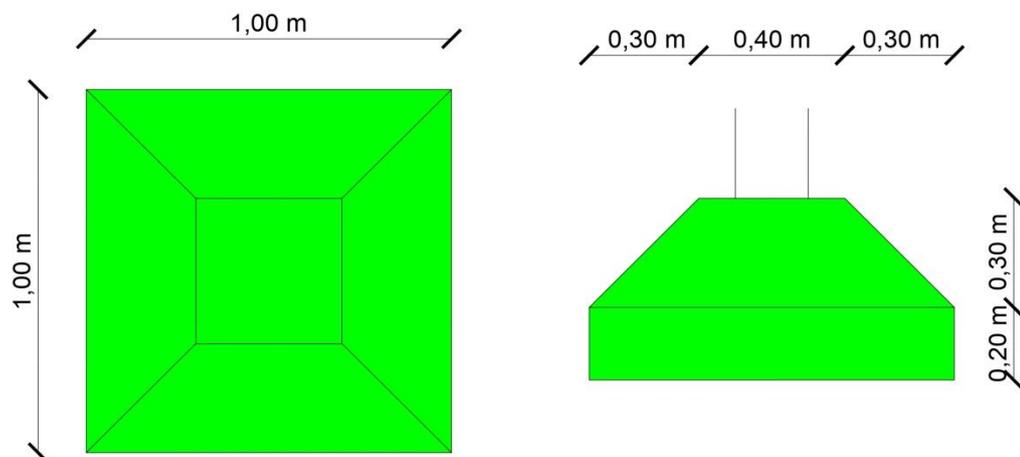
No nível da fundação há três elementos estruturais: o pilar, a viga ou cinta e a sapata. Esses elementos podem ser visualizados em planta na Figura 24. Os pilares são elementos prismáticos que, neste exemplo, possuem seção transversal de 14 cm x 30 cm, sendo a altura variável. As vigas também são elementos prismáticos, e neste caso, possuem seção transversal de 14 cm x 30 cm, sendo o comprimento variável. Enquanto que a sapata é uma composição de um tronco de pirâmide com um elemento prismático, conforme mostra a Figura 25.

**Figura 24 – Planta do nível Fundação**



Fonte: autoria própria

**Figura 25 – Detalhamento da sapata**

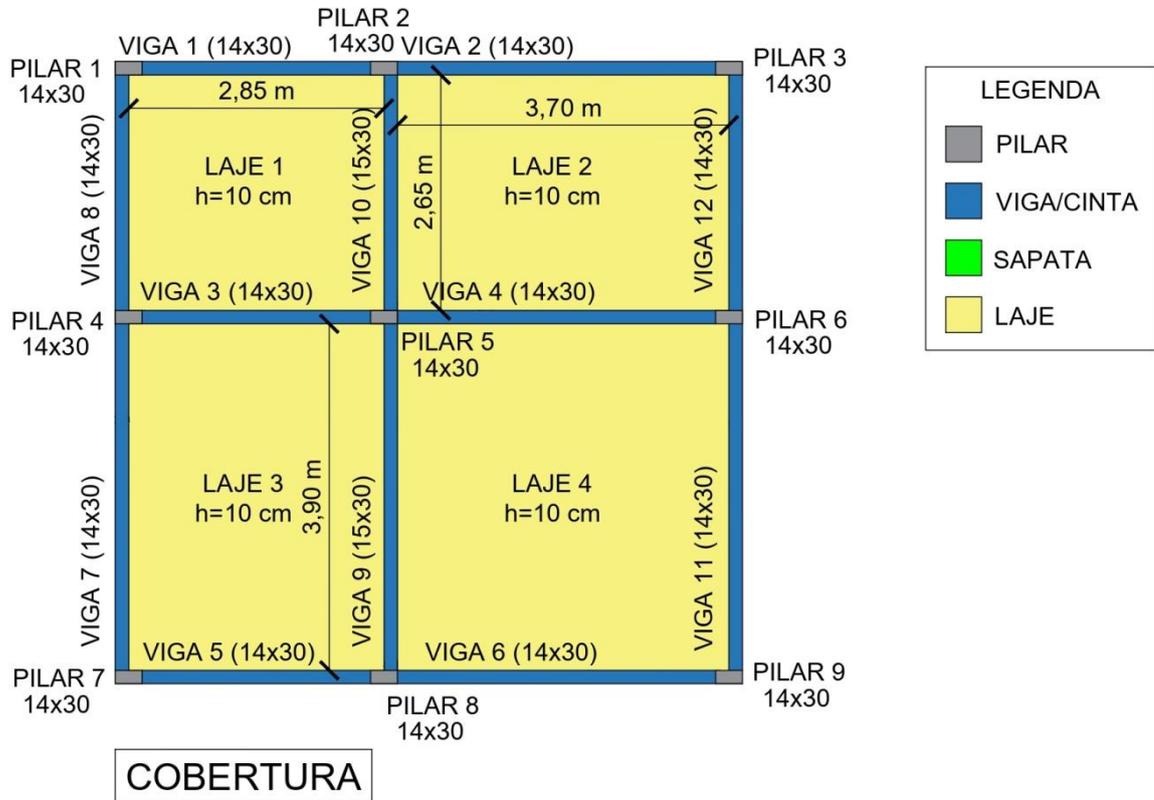


Fonte: autoria própria

No nível da cobertura também há três elementos estruturais: o pilar, a viga ou cinta e a laje. Esses elementos podem ser visualizados em planta na Figura 26. Os pilares possuem a mesma seção transversal de 14 cm x 30 cm. As vigas também possuem seção transversal de 14

cm x 30 cm. Deste modo, as vigas do nível da fundação serão as mesmas da cobertura. Por fim, as lajes possuem espessura de 10 cm.

**Figura 26 – Planta do nível Cobertura**



Fonte: autoria própria

Assim, com a finalidade de obter a quantidade de concreto para a estrutura é necessário fazer o cálculo do volume de todos esses elementos estruturais, utilizando o cálculo do volume de sólidos geométricos. O cálculo será dividido por elementos estruturais, conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Quantitativo de concreto

<b>QUANTITATIVO DE CONCRETO</b>					
<b>ELEMENTOS</b>		<b>LARGURA (m)</b>	<b>COMPRIMENTO (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>VOLUME (m<sup>3</sup>)</b>
<b>SAPATAS</b>					
TRONCO DE PIRÂMIDE	BASE MAIOR	1,00	1,00	0,30	0,16
	BASE MENOR	0,40	0,40		
PRISMA		1,00	1,00	0,20	0,20
VOLUME SAPATAS (X9)					3,20
<b>PILARES</b>					
PRISMA		0,14	0,30	4,00	0,17
VOLUME PILARES (X9)					1,51
<b>VIGAS/CINTAS</b>					
PRISMA - VIGA 1		0,14	2,550	0,30	0,11
PRISMA - VIGA 2		0,14	3,550	0,30	0,15
PRISMA - VIGA 3		0,14	2,550	0,30	0,11
PRISMA - VIGA 4		0,14	3,550	0,30	0,15
PRISMA - VIGA 5		0,14	2,550	0,30	0,11
PRISMA - VIGA 6		0,14	3,550	0,30	0,15
PRISMA - VIGA 7		0,14	3,915	0,30	0,16
PRISMA - VIGA 8		0,14	2,665	0,30	0,11
PRISMA - VIGA 9		0,14	3,915	0,30	0,16
PRISMA - VIGA 10		0,14	2,665	0,30	0,11
PRISMA - VIGA 11		0,14	3,915	0,30	0,16
PRISMA - VIGA 12		0,14	2,665	0,30	0,11
VOLUME VIGAS (X2)					1,60
<b>LAJES</b>					
PRISMA - LAJE 1		2,865	2,665	0,10	0,76
PRISMA - LAJE 2		3,715	2,665	0,10	0,99
PRISMA - LAJE 3		2,865	3,915	0,10	1,12
PRISMA - LAJE 4		3,715	3,915	0,10	1,45
VOLUME LAJES (X2)					4,33
<b>VOLUME TOTAL DE CONCRETO</b>					<b>10,64</b>

Fonte: autoria própria

Conhecendo o volume total de concreto, o próximo passo é saber quanto de cada material será empregado, ou seja, quantos metros cúbicos de areia e pedra (brita) e quantos quilogramas de cimento serão necessários. A proporção entre esses materiais para obtenção do

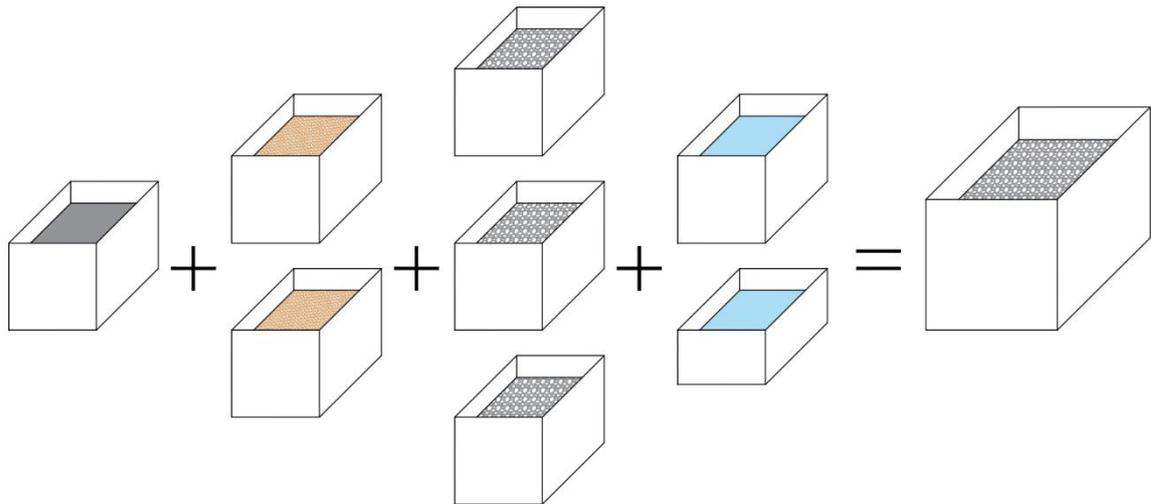
concreto é chamada na construção civil de traço do concreto. Cada proporção utilizada resulta em um concreto diferente, com resistência diferente.

Para efeito didático, será utilizado um traço de 1:2:3:1,5, isto é, 1 medida de cimento, para 2 de areia, para 3 de pedra (brita) e 1,5 de água.

Observe que ao misturar 1 m<sup>3</sup> de cimento, 2 m<sup>3</sup> de areia, 3 m<sup>3</sup> de brita e 1,5 m<sup>3</sup> de água, não é obtido 7,5 m<sup>3</sup> de concreto. Afinal, é possível constatar que a areia e o cimento, por serem materiais mais finos, vão preencher os vazios entre as pedras, como a água, que também preencherá os espaços vazios entre os materiais, resultando em um volume diferente da soma imediata dos volumes de cada material.

Deste modo, utilizando cimento, areia, brita, água e caixas, o professor e os alunos podem verificar qual o volume de concreto que será obtido a partir da mistura desses materiais, conforme exemplifica a Figura 27. Se não houver disponibilidade, o professor pode apenas exemplificar a situação misturando 2 sólidos diferentes e utilizar o resultado obtido neste trabalho.

**Figura 27 – Mistura de volume de diferentes sólidos na proporção 1:2:3:1,5**



Fonte: autoria própria

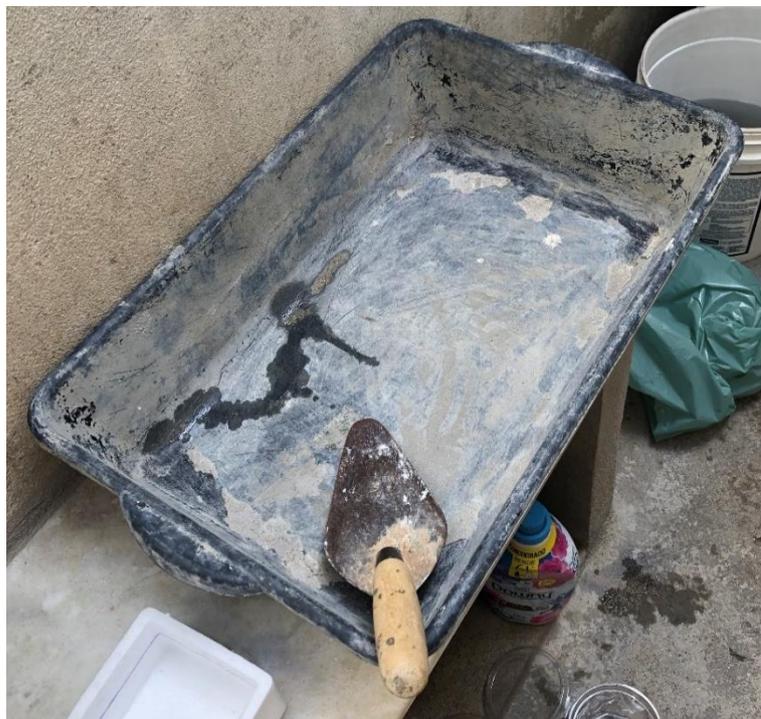
Para calcular o volume de concreto obtido ao misturar esses materiais, foram utilizadas duas caixas de isopor de tamanhos diferentes, conforme Figura 28, uma masseira e uma colher de pedreiro, conforme Figura 29, cimento, areia, brita, água e uma balança. A caixa de isopor menor possui 9,7 cm de largura, 8,3 cm de comprimento e 5,2 cm de altura e a caixa de isopor maior possui 14,4 cm de largura, 12,7 cm de comprimento e 8,5 cm de altura.

**Figura 28 – Caixas de Isopor**



Fonte: autoria própria

**Figura 29 – Maseira e colher de pedreiro**



Fonte: autoria própria

A medida considerada foi a metade do isopor menor, ou seja, 9,7 cm de largura, 8,3 cm de comprimento e 2,6 cm de altura. E assim foi colocado dentro da masseira, 1 medida de cimento, 2 de areia e 3 de brita, conforme Figura 30, Figura 31 e Figura 32, respectivamente

**Figura 30 – Cimento**



Fonte: autoria própria

**Figura 31 – Areia**



Fonte: autoria própria

**Figura 32 – Brita**



Fonte: autoria própria

Os materiais secos foram misturados com o auxílio de uma colher de pedreiro e, em seguida, foi acrescentada a água aos poucos e misturando conforme Figura 33.

**Figura 33 – Mistura do concreto**



Fonte: autoria própria

A mistura foi então colocada dentro do isopor maior, conforme Figura 34, e marcada a altura que foi preenchida, neste caso, 5,7 cm.

**Figura 34 – Volume de concreto obtido**



Fonte: autoria própria

Com essas informações é possível saber a quantidade de concreto que pode ser obtida ao misturar cimento, areia, brita e água na proporção 1:2:3:1,5.

Cimento:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} = 209,326 \text{ cm}^3$

Areia:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 2 = 418,652 \text{ cm}^3$

Brita:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 3 = 627,978 \text{ cm}^3$

Água:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} = 313,989 \text{ cm}^3$

Concreto:  $14,4 \text{ cm} \times 12,7 \text{ cm} \times 5,7 \text{ cm} = 1042,416 \text{ cm}^3$

Conhecendo o volume total de concreto é possível descobrir a quantidade total de cada material que será utilizado na execução da estrutura da casa. Assim:

#### Quantidade total de Cimento

Como o cimento é medido em quilograma, foi utilizada uma balança para pesar 209,326  $\text{cm}^3$  de cimento, resultando em 264 g de cimento, conforme Figura 35 **Erro! Autoreferência de indicador não válida..**

**Figura 35 – Balança para pesagem do cimento**



Fonte: autoria própria

Sabendo que para 1042,416 cm<sup>3</sup> de concreto, são necessários 264 g de cimento, então para um volume de 10,64 m<sup>3</sup>, serão necessários:

1.042,416 cm<sup>3</sup> → 264 g de cimento

10,64 x 10<sup>6</sup> cm<sup>3</sup> → 2,6947 x 10<sup>6</sup> g de cimento → 2.694,7 kg de cimento

Como 1 saco de cimento possui 50 kg, então:

$$\frac{2.694,7}{50} = 53,89$$

Como não existem 53,89 sacos de cimento, então serão necessários 54 sacos de cimento.

#### Quantidade total de Areia

Sabendo que para 1042,416 cm<sup>3</sup> de concreto, são necessários 418,652 cm<sup>3</sup> de areia, então para um volume de 10,64 m<sup>3</sup>, serão necessários:

1.042,416 cm<sup>3</sup> → 418,652 cm<sup>3</sup> de areia

$10,64 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 4,2732 \times 10^6 \text{ cm}^3$  de areia  $\rightarrow 4,2732 \text{ m}^3$  de areia

Portanto, serão necessários  $4,27 \text{ m}^3$  de areia.

#### Quantidade total de Brita

Sabendo que para  $1042,416 \text{ cm}^3$  de concreto, são necessários  $627,978 \text{ cm}^3$  de brita, então para um volume de  $10,64 \text{ m}^3$ , serão necessários:

$1.042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 627,978 \text{ cm}^3$  de brita

$10,64 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 6,4098 \times 10^6 \text{ cm}^3$  de brita  $\rightarrow 6,4098 \text{ m}^3$  de brita

Portanto, serão necessários  $6,41 \text{ m}^3$  de brita.

#### Quantidade total de Água

Sabendo que para  $1042,416 \text{ cm}^3$  de concreto, são necessários  $313,989 \text{ cm}^3$  de água, então para um volume de  $10,64 \text{ m}^3$ , serão necessários:

$1.042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 313,989 \text{ cm}^3$  de água

$10,64 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 3,203975 \times 10^6 \text{ cm}^3$  de água  $\rightarrow 3.203,975 \text{ dm}^3$  de água

Portanto, serão necessários, em média,  $3204$  litros de água.

**Tabela 10 – Quantidade de materiais para o concreto**

<b>QUANTIDADE TOTAL DE MATERIAIS – CONCRETO</b>	
Cimento	54 sacos de 50 kg
Areia	$4,27 \text{ m}^3$
Brita	$6,41 \text{ m}^3$
Água	3.204 litros

Fonte: autoria própria

### **3.2.2 Momento 2: alvenaria – paredes**

O Quadro 4 traz informações gerais sobre o Momento 1 da SD2.

Quadro 4 – Informações gerais sobre a SD 2: Momento 2

**SD 2: Momento 2**

**Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados:** cálculo de área de superfícies e volume de materiais, análise de razão e proporção.

**Tempo médio necessário para aplicação da SD:** 4 horas/aula.

**Material necessário para realização da SD:** papel, lápis grafite e calculadora.

**Material complementar utilizado para realização da SD:** duas caixas de isopor, cimento, areia, masseira, colher de pedreiro e balança.

Observação 1: As caixas de isopor podem ser substituídas por caixas de outros materiais

Observação 2: A masseira pode ser substituída por qualquer outra base, podendo até mesmo ser dispensada.

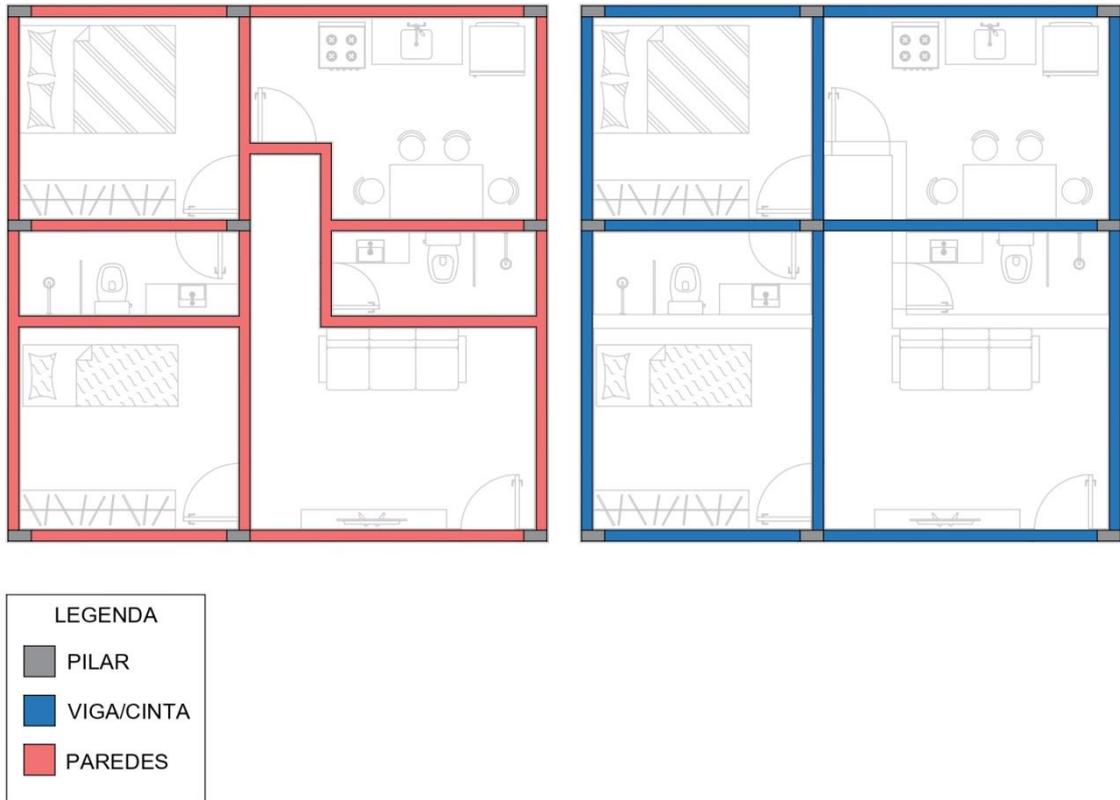
Observação 3: A colher de pedreiro pode ser substituída por qualquer outro material que auxilie na mistura de materiais.

Fonte: autoria própria

Da mesma forma, para saber a quantidade de material necessária para construir as paredes de uma casa, é necessário saber quantos metros quadrados de alvenaria a casa possui. Observe que a estrutura é calculada em volume, enquanto a alvenaria é calculada em medida de área. Perceba que a estrutura é lançada em estado líquido dentro de uma forma que dará o seu formato, enquanto na alvenaria, os tijolos já possuem suas espessuras definidas, sendo necessário apenas conhecer qual seria a área do painel de parede, para saber quantos tijolos serão necessários para a sua construção.

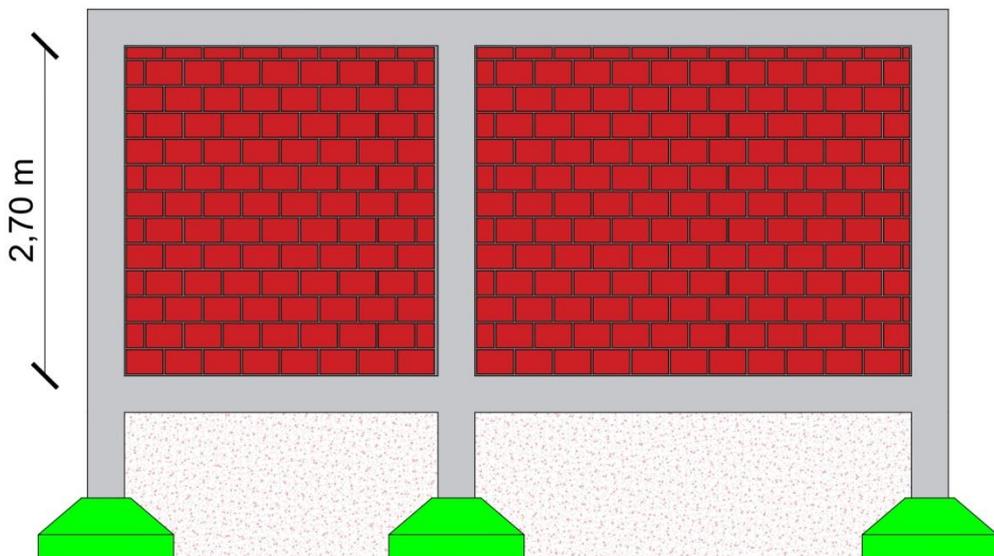
É necessário observar as paredes que possuem vigas e as que não possuem, conforme mostra a Figura 36. Nas paredes que possuem viga, a altura de alvenaria será de 2,70 m, como mostra a Figura 37, e nas paredes que não possuem viga, a altura de alvenaria será de 3,00 m.

**Figura 36 – Representação das paredes e vigas da casa**



Fonte: autoria própria

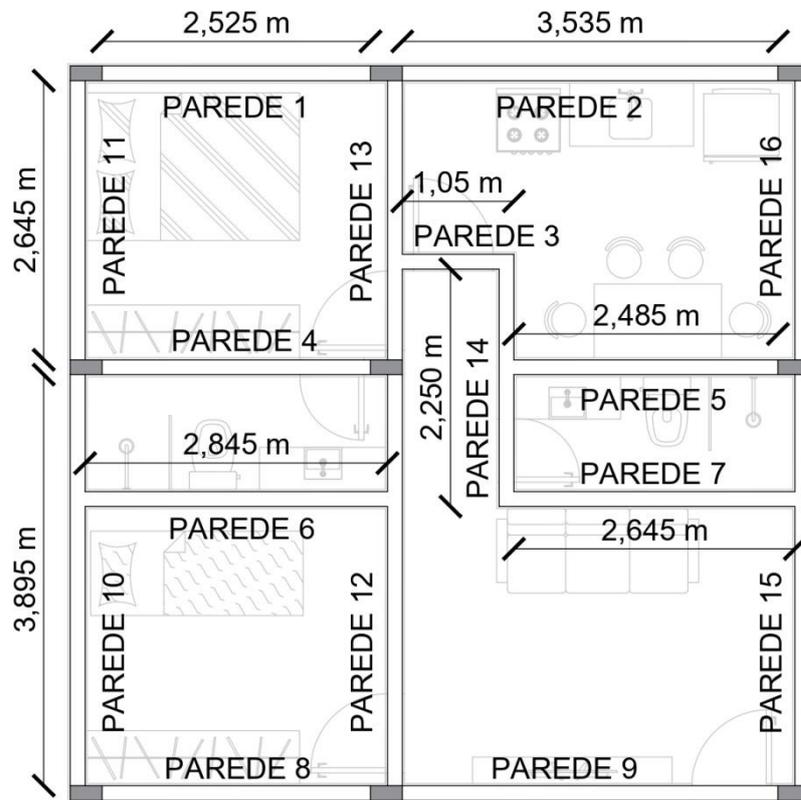
**Figura 37 – Representação das paredes com viga superior**



Fonte: autoria própria

Assim sendo, através da numeração da Figura 38, pode ser construída a Tabela 11 para o cálculo da área de alvenaria da casa. Note que devem ser descontadas as aberturas de portas e janelas.

**Figura 38 – Numeração das paredes**



Fonte: autoria própria

Tabela 11 – Quantitativo de Alvenaria – Parte 1

<b>QUANTITATIVO DE ALVENARIA – PARTE 1</b>					
Local	Largura (m)	Altura (m)	Área Bruta (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Líquida (m <sup>2</sup> )
PAREDE 1	2,525	2,70	6,82	1,20	5,62
PAREDE 2	3,535	2,70	9,54	-	9,54
PAREDE 3	1,050	3,00	3,15	1,58	1,58
PAREDE 4	2,525	2,70	6,82	1,26	5,56
PAREDE 5	2,485	2,70	6,71	-	6,71
PAREDE 6	2,845	3,00	8,54	-	8,54
PAREDE 7	2,645	3,00	7,94	-	7,94
PAREDE 8	2,525	2,70	6,82	1,20	5,62
PAREDE 9	3,535	2,70	9,54	1,58	7,97
PAREDE 10	3,895	2,70	10,52	0,36	10,16
PAREDE 11	2,645	2,70	7,14	-	7,14
PAREDE 12	3,895	2,70	10,52	1,58	8,94
PAREDE 13	2,645	2,70	7,14	1,58	5,57
PAREDE 14	2,250	3,00	6,75	1,26	5,49
PAREDE 15	3,895	2,70	10,52	1,56	8,96
PAREDE 16	2,645	2,70	7,14	1,20	5,94
<b>TOTAL</b>					<b>111,26</b>

Fonte: autoria própria

Perceba que, no projeto, mostrado na SD 1, é necessário um complemento de alvenaria para construir o telhado da casa, como pode ser visto na Figura 20. Este complemento de alvenaria tem o formato de um triângulo, devendo também ser calculada a área de alvenaria, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Quantitativo de Alvenaria – Parte 2

<b>QUANTITATIVO DE ALVENARIA – PARTE 2</b>					
Local	Base (m)	Altura (m)	Área Bruta (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Líquida (m <sup>2</sup> )
COMPLEMENTO 1	7,00	0,94	3,29	-	3,29
COMPLEMENTO 2	7,00	0,94	3,29	-	3,29
<b>TOTAL</b>					<b>6,58</b>

Fonte: autoria própria

O quantitativo total de alvenaria é obtido somando os valores das duas tabelas apresentadas, consoante Tabela 13.

**Tabela 13 – Quantitativo total de alvenaria**

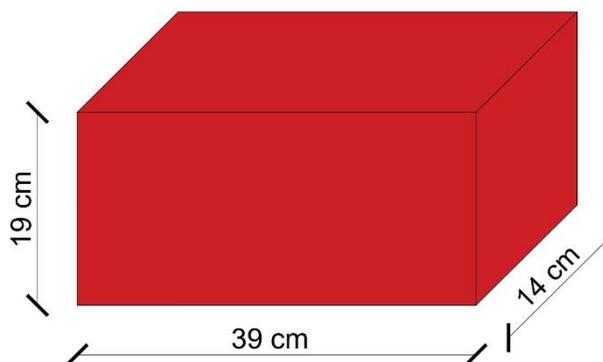
<b>QUANTIDADE TOTAL DE ALVENARIA</b>	
QUANTITATIVO PARTE 1	111,26
QUANTITATIVO PARTE 2	6,58
<b>TOTAL</b>	<b>117,84 m<sup>2</sup></b>

Fonte: autoria própria

Assim, conhecendo a área total de paredes da casa, é possível obter as quantidades de tijolos e de argamassa que serão utilizadas na construção. Os tijolos são assentados conforme Figura 37, ou seja, entre os tijolos é colocada a argamassa.

Para saber a quantidade total de tijolos e argamassa que será necessária para a construção da casa é essencial definir qual o tijolo que será utilizado e qual a espessura da argamassa entre os tijolos. Neste caso, será utilizado um tijolo com dimensões de 19 cm x 39 cm e espessura de 14 cm, conforme exemplifica a Figura 39.

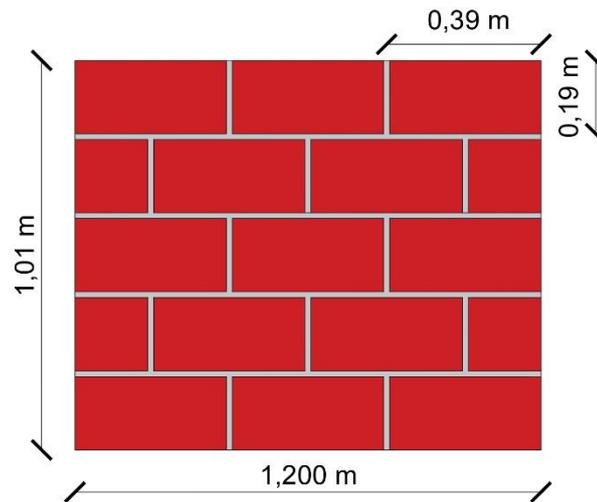
**Figura 39 – Dimensões do bloco de tijolo**



Fonte: autoria própria

Deste modo, é possível conhecer a quantidade de cada material fazendo uma proporção para um tamanho menor de parede e, em seguida, calculando pela quantidade total. Considerando uma espessura de argamassa de 1,50 cm entre blocos, pode se observar na que em uma parede com 1,01 m x 1,20 m, ou seja, 1,217 m<sup>2</sup>, são necessários 15 tijolos. Descontando a área total pela área de tijolos, pode ser obtida a área de argamassa, que multiplicada pela espessura da parede, é obtido o volume de argamassa, conforme Tabela 14.

Figura 40 – Parede de tijolos



Fonte: autoria própria

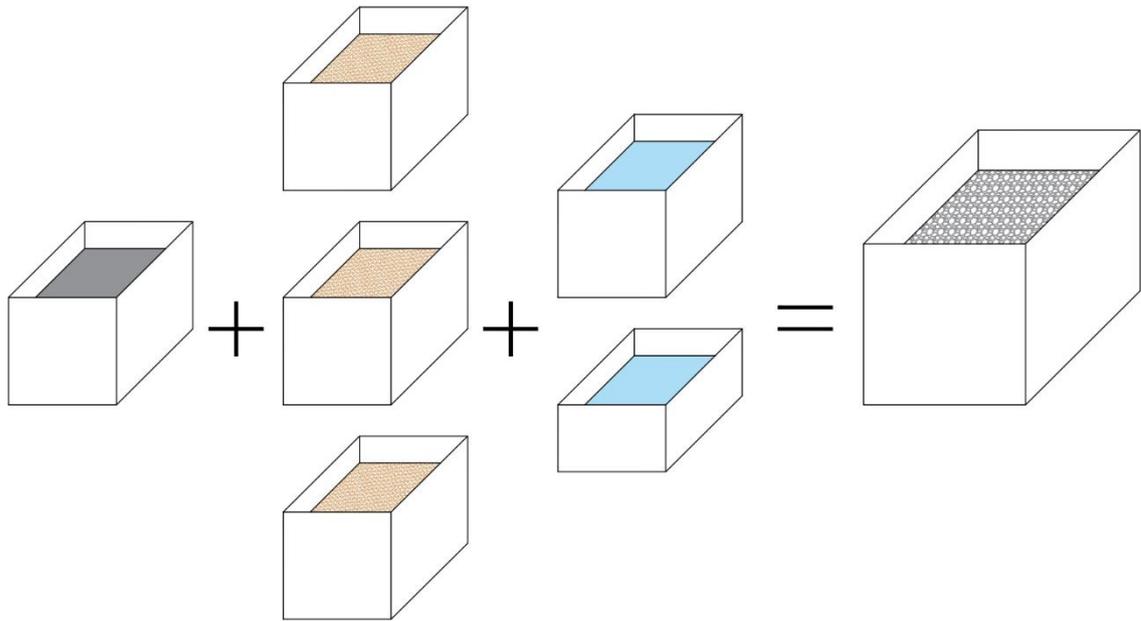
Tabela 14 – Quantitativo de Alvenaria

QUANTITATIVO DE ALVENARIA				
Área parede 1,01 m x 1,20 m (m <sup>2</sup> )	Área de 1 tijolo 0,19 m x 0,39 m (m <sup>2</sup> )	Área de 15 tijolos 0,19 m x 0,39 m (m <sup>2</sup> )	Área de Argamassa (m <sup>2</sup> )	Volume de Argamassa com espessura 14 cm (m <sup>3</sup> )
1,2120	0,0741	1,1115	0,1005	0,01407

Fonte: autoria própria

Essa argamassa é obtida a partir de uma mistura de areia e cimento, através de uma proporção, o traço da argamassa. Para efeito didático, será utilizado um traço de 1:3:1,5, isto é, 1 medida de cimento, para 3 de areia, para 1,5 de água, conforme exemplifica a Figura 41.

**Figura 41 – Mistura de volume de diferentes sólidos na proporção 1:3**



Fonte: autoria própria

Para calcular o volume de argamassa obtido ao misturar esses materiais, foram utilizadas as mesmas caixas de isopor da Figura 28, a maseira e a colher de pedreiro, cimento, areia e água. A medida utilizada também foi a mesma, ou seja, 9,7 cm de largura, 8,3 cm de comprimento e 2,6 cm de altura. Assim, foram colocadas dentro da maseira, 1 medida de cimento, 3 de areia e 1,5 de água.

Os materiais secos foram misturados com o auxílio da colher de pedreiro e, na sequência, foi acrescentada a água aos poucos, conforme Figura 42. Após este procedimento, a mistura foi colocada dentro do isopor maior, de acordo com a Figura 43, e marcada a altura que foi preenchida, neste caso, 4,1 cm.

**Figura 42 – Mistura da Argamassa**

Fonte: autoria própria

**Figura 43 – Volume de argamassa obtido**

Fonte: autoria própria

Com essas informações, fora possível descobrir a quantidade de argamassa que pode ser obtida ao misturar cimento, areia e água na proporção 1:3:1,5.

Cimento:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} = 209,326 \text{ cm}^3 = 264 \text{ g}$

Areia:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 3 = 627,978 \text{ cm}^3$

Água:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} = 313,989 \text{ cm}^3$

Argamassa:  $14,4 \text{ cm} \times 12,7 \text{ cm} \times 4,1 \text{ cm} = 749,808 \text{ cm}^3$

Com essas informações, é possível descobrir a quantidade total de cada material que será utilizado na execução da alvenaria da casa. Assim:

#### Quantidade total de tijolos

Sabendo que para uma área de 1,01 m x 1,20 m, ou seja, 1,212 m<sup>2</sup>, são necessários 15 tijolos, então para uma área de 117,84 m<sup>2</sup>:

$$1,212 \text{ m}^2 \rightarrow 15 \text{ tijolos}$$

$$117,84 \text{ m}^2 \rightarrow 1458,5158 \text{ tijolos}$$

Como não existem 1458,5158 tijolos, então serão necessários 1459 tijolos.

#### Quantidade total de Cimento

Sabendo que para uma área de 1,01 m x 1,20 m, ou seja, 1,212 m<sup>2</sup>, são necessários 0,01407 m<sup>3</sup> de argamassa, então para uma área de 117,84 m<sup>2</sup>:

$$1,212 \text{ m}^2 \rightarrow 0,01407 \text{ m}^3 \text{ de argamassa}$$

$$117,84 \text{ m}^2 \rightarrow 1,368 \text{ m}^3 \text{ de argamassa}$$

Sabendo que para 749,808 cm<sup>3</sup> de argamassa, são necessárias 264 g de cimento, então para um volume de 1,368 m<sup>3</sup>, serão necessários:

$$749,808 \text{ cm}^3 \rightarrow 264 \text{ g de cimento}$$

$$1,368 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,48166 \times 10^6 \text{ g de cimento} \rightarrow 481,66 \text{ kg de cimento}$$

Como 1 saco de cimento possui 50 kg, então:

$$\frac{481,66}{50} = 9,63$$

Como não existem 9,63 sacos de cimento, então serão necessários 10 sacos de cimento.

#### Quantidade total de Areia

Sabendo que para 749,808 cm<sup>3</sup> de argamassa, são necessárias 627,978 cm<sup>3</sup> de areia, então para um volume de 1,368 m<sup>3</sup>, serão necessários:

$$749,808 \text{ cm}^3 \rightarrow 627,978 \text{ cm}^3 \text{ de areia}$$

$$1,368 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 1,14572 \times 10^6 \text{ cm}^3 \text{ de areia} \rightarrow 1,146 \text{ m}^3 \text{ de areia}$$

Portanto, serão necessários 1,146 m<sup>3</sup> de areia.

#### Quantidade total de Água

Sabendo que para 749,808 cm<sup>3</sup> de argamassa, são necessários 313,989 cm<sup>3</sup> de água, então para um volume de 1,368 m<sup>3</sup>, serão necessários:

$$749,808 \text{ cm}^3 \rightarrow 313,989 \text{ cm}^3 \text{ de água}$$

$$1,368 \text{ m}^3 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,572863 \times 10^6 \text{ cm}^3 \text{ de água} \rightarrow 572,863 \text{ dm}^3 \text{ de água}$$

Portanto, serão necessários, em média, 573 litros de água.

Todas as informações calculadas estão resumidas na Tabela 15, para conhecer o custo total desse serviço basta fazer uma pesquisa rápida na região de quanto está custando os tijolos, o saco de cimento, a areia e, em seguida, calcular o valor proporcional.

**Tabela 15 – Quantidade de materiais e mão de obra para a construção das paredes**

<b>QUANTIDADE TOTAL DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA - ALVENARIA</b>	
Tijolos	1459 unidades
Cimento	10 sacos
Areia	1,146 m <sup>3</sup>
Água	573 litros

Fonte: autoria própria

### Atividade Complementar

Uma possibilidade de atividade complementar seria fazer os alunos calcularem o tempo médio necessário para a construção das paredes da casa.

Sabendo que o pedreiro é o profissional responsável por construir as paredes de uma edificação, de acordo com a tabela de Composição de Custos da Caixa Econômica Federal, do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), para construir 1,00 m<sup>2</sup> de parede, são necessárias 0,86 horas de pedreiro (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2020).

Sendo assim, para uma área de 117,84 m<sup>2</sup>:

1,00 m<sup>2</sup> → 0,86 horas de pedreiro e 0,43 horas de servente

117,84 m<sup>2</sup> → 101,34 horas de pedreiro e 50,67 horas de servente

Considerando que um pedreiro trabalha 8 horas semanais de segunda a sexta, então serão necessários:

$$\frac{101,34}{8} = 12,667$$

Sendo assim, para construir as paredes da casa serão necessários o pedreiros teria que trabalhar, em média, 13 dias.

### **3.2.3 Momento 3: cobertura – telhado**

O Quadro 5 traz informações gerais sobre o Momento 3 da SD2.

**Quadro 5 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 3**

**SD 2: Momento 3**

**Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados:** cálculo de área, ladrilhamento da telha no plano da cobertura para diferentes tamanhos de telhas.

**Tempo médio necessário para aplicação da SD:** 1 hora/aula.

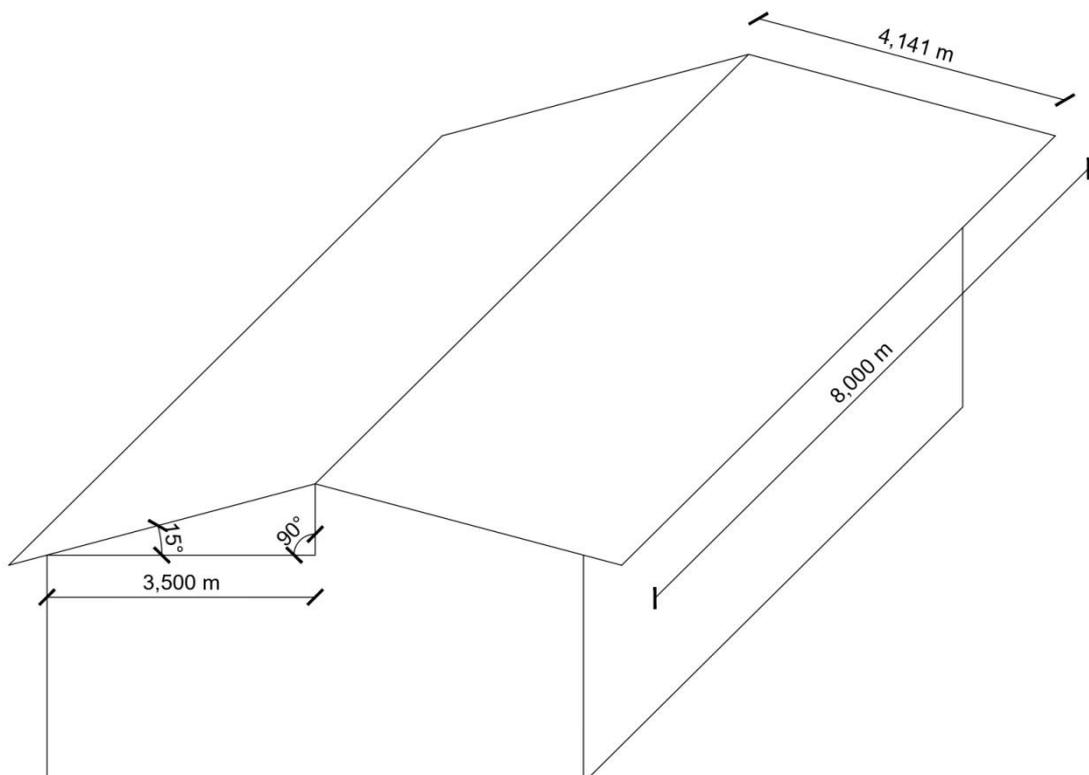
**Material necessário para realização da SD:** papel, lápis grafite e calculadora.

Fonte: autoria própria

Há diversos tipos de telhas que podem ser utilizadas para construir um telhado de uma casa, como a telha cerâmica, de fibrocimento, de alumínio, entre outras. O professor e os alunos podem ficar à vontade para escolher o tipo de telha que acharem mais conveniente para a casa. Neste exemplo, foi escolhido trabalhar com a telha de fibrocimento, que é uma telha bastante utilizada atualmente.

Sabendo as dimensões do telhado da casa, como mostrado na Figura 44 e conforme já foi calculada na SD 1, basta conhecer as informações sobre as opções de telhas, escolher o tamanho ideal e calcular a quantidade total de telhas necessárias.

**Figura 44 – Dimensões do telhado**



Fonte: autoria própria

O professor pode buscar na região qualquer fabricante de telhas para saber as informações técnicas das mesmas. Neste caso, foram utilizadas as informações técnicas contidas na Tabela 16.

**Tabela 16 – Informações Técnicas da telha de fibrocimento tipo Residencial**

INFORMAÇÕES TÉCNICAS DA TELHA DE FIBROCIMENTO – TIPO RESIDENCIAL	
Comprimento (m)	Largura (m)
1,22 m	1,10 m
1,53 m	1,10 m
1,83 m	1,10 m
2,13 m	1,10 m
2,44 m	1,10 m
Largura total	1,10 m
Largura útil	1,05 m
Inclinação mínima	10° (17,6%)
Recobrimento longitudinal	5° a 10° = 0,25 m
	10° a 15° = 0,20 m

Fonte: adaptado do Catálogo geral de produtos Brasilit (Catálogo Geral de Produtos Brasilit)

De acordo com as informações do catálogo utilizado, há 5 tamanhos de telhas disponíveis, variando apenas o seu comprimento. Na direção vertical (da largura), de acordo com o catálogo, todas as telhas possuem 1,10 m, além disso, a largura útil da telha é de 1,05 m, isso significa que deve haver um cobrimento de, no mínimo, 5 cm entre as telhas. Sendo assim, como mostra a Figura 45, são necessárias 4 camadas de telhas na direção vertical para cada lado do telhado.

**Figura 45 – Distribuição das telhas na direção vertical**

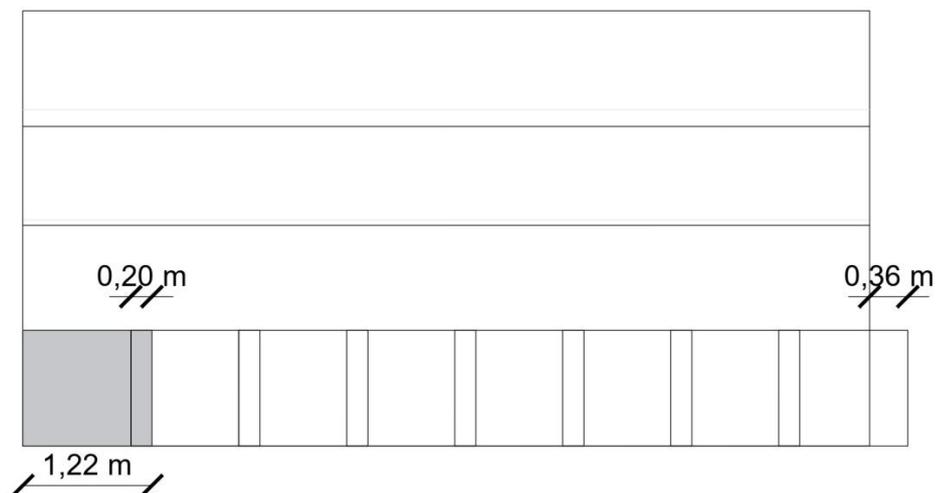


Fonte: autoria própria

Na direção horizontal (do comprimento), de acordo com o catálogo, há cinco tamanhos disponíveis: 1,22 m, 1,53 m, 1,83 m, 2,13 m e 2,44 m, além disso, o recobrimento longitudinal entre as telhas para uma inclinação de  $15^\circ$  é de 20 cm. Isso significa que deve haver um cobrimento de, no mínimo, 20 cm entre as telhas, na direção horizontal. Assim, deve ser analisado cada tamanho de telha, para escolher a melhor opção.

A Figura 46 representa a distribuição das telhas com 1,22 m de comprimento, com cobrimento de 20 cm. Pode-se observar uma sobra de 36 cm.

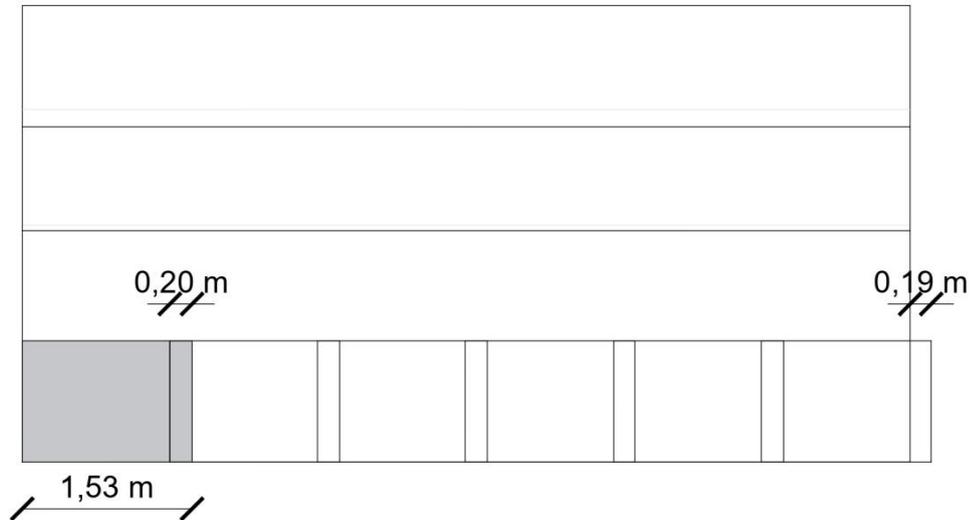
**Figura 46 – Distribuição das telhas com 1,22 m na direção horizontal**



Fonte: autoria própria

A Figura 47 representa a distribuição das telhas com 1,53 m de comprimento, com cobertura de 20 cm. Pode-se observar uma sobra de 19 cm.

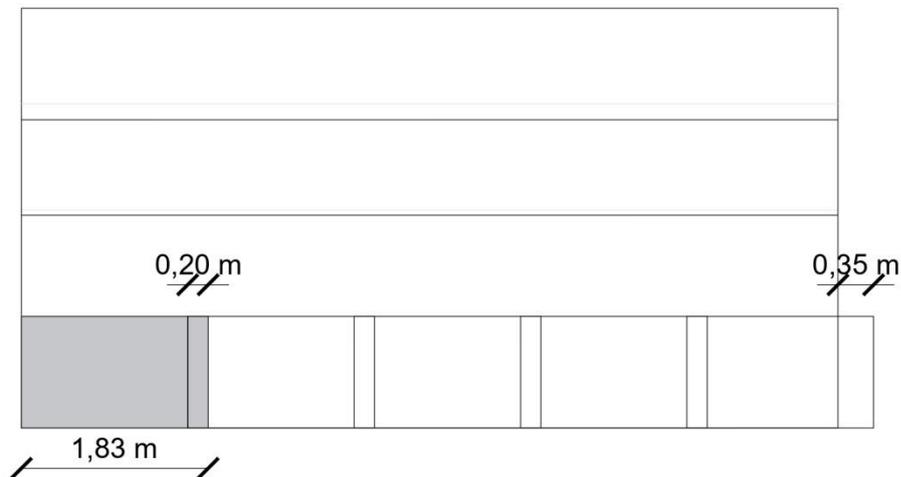
**Figura 47 – Distribuição das telhas com 1,53 m na direção horizontal**



Fonte: autoria própria

A Figura 48 representa a distribuição das telhas com 1,83 m de comprimento, com cobertura de 20 cm. Pode-se observar uma sobra de 35 cm.

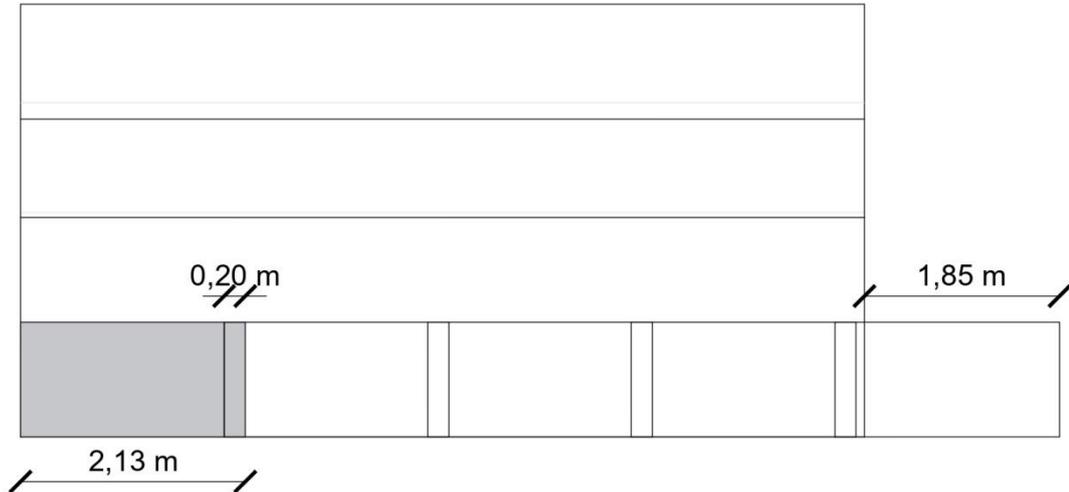
**Figura 48 – Distribuição das telhas com 1,83 m na direção horizontal**



Fonte: autoria própria

A Figura 49 representa a distribuição das telhas com 2,13 m de comprimento, com cobertura de 20 cm. Pode-se observar uma sobra de 1,85 m.

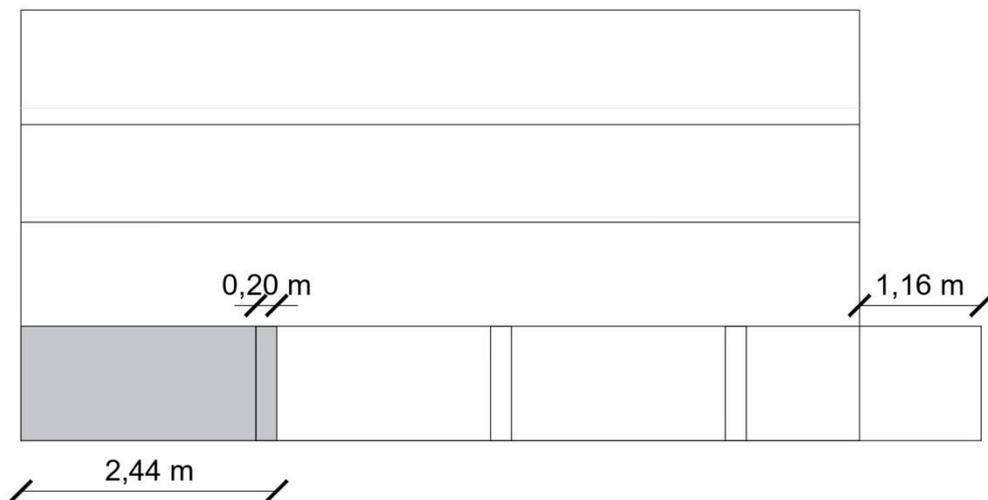
**Figura 49 – Distribuição das telhas com 2,13 m na direção horizontal**



Fonte: autoria própria

A Figura 50 representa a distribuição das telhas com 2,44 m de comprimento, com cobertura de 20 cm. Pode-se observar uma sobra de 1,16 m.

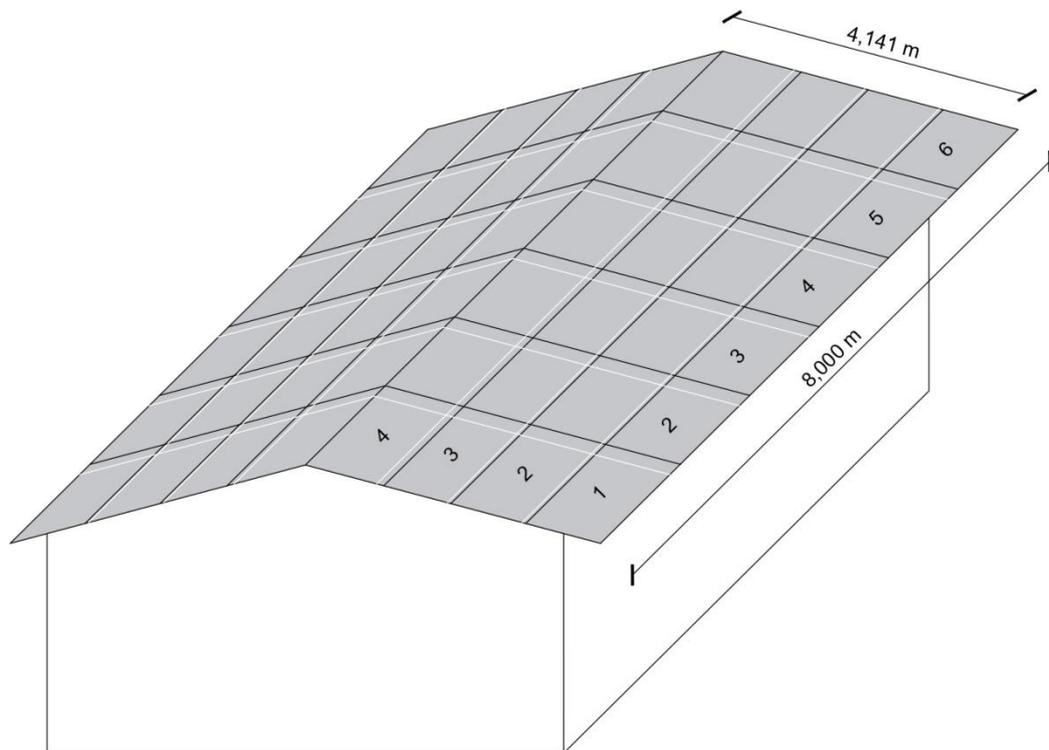
**Figura 50 – Distribuição das telhas com 2,44 m na direção horizontal**



Fonte: autoria própria

Sendo assim, analisando cada caso, a melhor opção seria trabalhar com a telha de 1,53 m x 1,10 m, sendo necessárias 48 telhas para execução do telhado, conforme mostra a Figura 51.

**Figura 51 – Representação do telhado com a telha de 1,53 m x 1,10 m**



Fonte: autoria própria

A Tabela 17 apresenta a quantidade necessária de telhas para a construção do telhado da casa.

**Tabela 17 – Quantidade total de telhas da cobertura**

<b>QUANTIDADE TOTAL DE TELHAS DA COBERTURA</b>	
Telhas 1,53 m x 1,10 m	48 unidades

Fonte: autoria própria

### 3.2.4 Momento 4: contrapiso e reboco

O Quadro 6 traz informações gerais sobre o Momento 4 da SD2.

Quadro 6 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 4

**SD 2: Momento 4**

**Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados:** cálculo de área de superfícies e volume de materiais, análise de razão e proporção.

**Tempo médio necessário para aplicação da SD:** 4 horas/aula.

**Material necessário para realização da SD:** papel, lápis grafite e calculadora.

**Material complementar utilizado para realização da SD:** duas caixas de isopor, cimento, areia, masseira, colher de pedreiro e balança.

Observação 1: As caixas de isopor podem ser substituídas por caixas de outros materiais

Observação 2: A masseira pode ser substituída por qualquer outra base, podendo até mesmo ser dispensada.

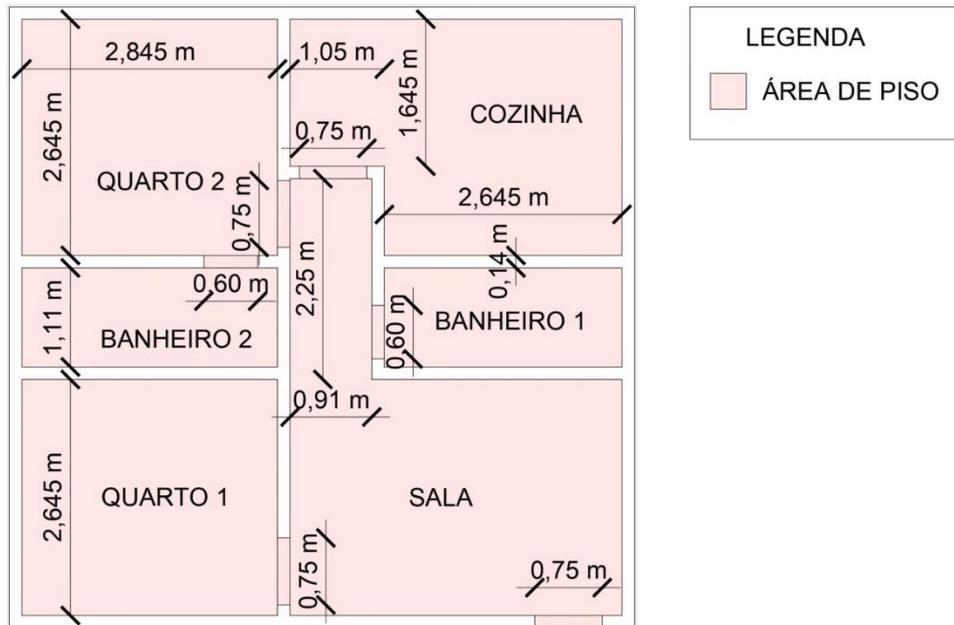
Observação 3: A colher de pedreiro pode ser substituída por qualquer outro material que auxilie na mistura de materiais.

Fonte: autoria própria

O contrapiso é a regularização do piso que vai receber o revestimento cerâmico e o reboco é a regularização das paredes que vão receber a pintura ou o revestimento cerâmico. Assim sendo, para saber a quantidade de material necessária para executar o contrapiso e o reboco de uma casa, é preciso saber qual a área de piso e a área de paredes da casa.

É importante perceber que para o cálculo de piso são descontadas as paredes, porém não são descontadas as portas, como mostra a Figura 52.

Figura 52 – Área de piso



Fonte: autoria própria

O cálculo da área de piso pode ser feito separado por ambiente, conforme mostra a Tabela 18, ou fazendo o cálculo da área total e subtraindo a área das paredes. Fazendo isso, será encontrada uma área de 42,276 m<sup>2</sup> de piso.

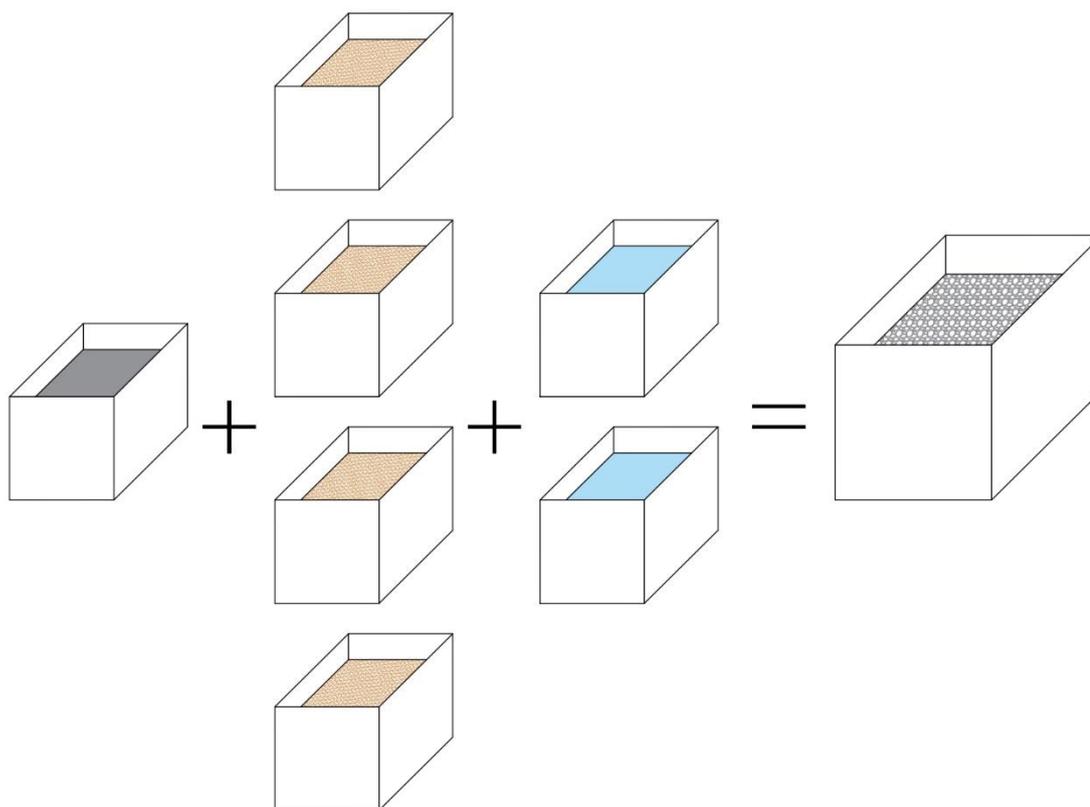
Tabela 18 – Quantitativo de piso

QUANTITATIVO DE PISO					
Local	Base (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Repetições	Área Total (m <sup>2</sup> )
SALA	3,695	2,645	9,773	1,000	11,821
	0,910	2,250	2,048		
QUARTO 1	2,845	2,645	7,525	1,000	7,525
QUARTO 2	2,845	2,645	7,525	1,000	7,525
COZINHA	2,645	2,645	6,996	1,000	8,723
	1,050	1,645	1,727		
BANHEIRO 1	2,645	1,110	2,936	1,000	2,936
BANHEIRO 2	2,845	1,110	3,158	1,000	3,158
PORTAS 75 cm	0,750	0,140	0,105	4,000	0,420
PORTAS 60 cm	0,600	0,140	0,084	2,000	0,168
<b>TOTAL</b>					<b>42,276</b>

Fonte: autoria própria

Para executar o piso da casa, inicialmente deve ser efetuada uma regularização do piso, denominada na construção civil de contrapiso, para somente depois ser realizado o revestimento cerâmico do piso. O contrapiso é uma argamassa de cimento e areia e, neste caso, será considerada uma espessura de 5 cm de contrapiso. Para efeito didático, será utilizado um traço de 1:4:2, isto é, 1 medida de cimento, para 4 de areia, para 2 de água, conforme exemplifica Figura 53.

**Figura 53 – Mistura de volume de diferentes sólidos na proporção 1:4**



Fonte: autoria própria

Para calcular o volume de argamassa obtido ao misturar esses materiais, foram utilizadas as mesmas caixas de isopor da Figura 28, a masseira e a colher de pedreiro, cimento, areia e água. A medida utilizada também foi a mesma, ou seja, 9,7 cm de largura, 8,3 cm de comprimento e 2,6 cm de altura. Assim, foram colocadas na masseira, 1 medida de cimento, 4 de areia e 2 de água.

Os materiais secos foram misturados com o auxílio da colher de pedreiro e, em seguida, foi acrescentada a água aos poucos. A mistura foi então colocada dentro do isopor maior,

conforme Figura 54, e marcada a altura que foi preenchida, neste caso, assim como a do concreto, foi de 5,7 cm.

**Figura 54 – Volume de argamassa obtido**



Fonte: autoria própria

Com essas informações é possível saber a quantidade de argamassa que pode ser obtida ao misturar cimento, areia e água na proporção 1:4:2.

$$\text{Cimento: } 9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} = 209,326 \text{ cm}^3 = 264\text{g}$$

$$\text{Areia: } 9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 4 = 837,304 \text{ cm}^3$$

$$\text{Água: } 9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 2 = 418,652 \text{ cm}^3$$

$$\text{Argamassa: } 14,4 \text{ cm} \times 12,7 \text{ cm} \times 5,7 \text{ cm} = 1042,416 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume total de argamassa para contrapiso: } 42,276 \times 0,05 = 2,1138 \text{ m}^3$$

#### Quantidade total de Cimento

Sabendo que para 1042,416 cm<sup>3</sup> de argamassa, são necessárias 264 g de cimento, então para um volume de 2,1138 m<sup>3</sup>, serão necessários:

$$1042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 264 \text{ g de cimento}$$

$$2,1138 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,53513 \times 10^6 \text{ g de cimento} \rightarrow 535,13 \text{ kg de cimento}$$

Como 1 saco de cimento possui 50 kg, então:

$$\frac{535,13}{50} = 10,70$$

Como não existem 10,70 sacos de cimento, então serão necessários 11 sacos de cimento.

#### Quantidade total de Areia

Sabendo que para 1042,416 cm<sup>3</sup> de argamassa, são necessárias 837,304 cm<sup>3</sup> de areia, então para um volume de 2,1138 m<sup>3</sup>, serão necessários:

$$1042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 837,304 \text{ cm}^3 \text{ de areia}$$

$$2,1138 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 1,69788 \times 10^6 \text{ cm}^3 \text{ de areia} \rightarrow 1,698 \text{ m}^3 \text{ de areia}$$

Portanto, serão necessários 1,698 m<sup>3</sup> de areia.

#### Quantidade total de Água

Sabendo que para 1042,416 cm<sup>3</sup> de concreto, são necessários 418,652 cm<sup>3</sup> de água, então para um volume de 2,1138 m<sup>3</sup>, serão necessários:

1.042,416 cm<sup>3</sup> → 418,652 cm<sup>3</sup> de água

2,1138 m<sup>3</sup> x 10<sup>6</sup> cm<sup>3</sup> → 0,868938 x 10<sup>6</sup> cm<sup>3</sup> de água → 868,938 dm<sup>3</sup> de água

Portanto, serão necessários 869 litros de água.

As informações calculadas estão resumidas na Tabela 19.

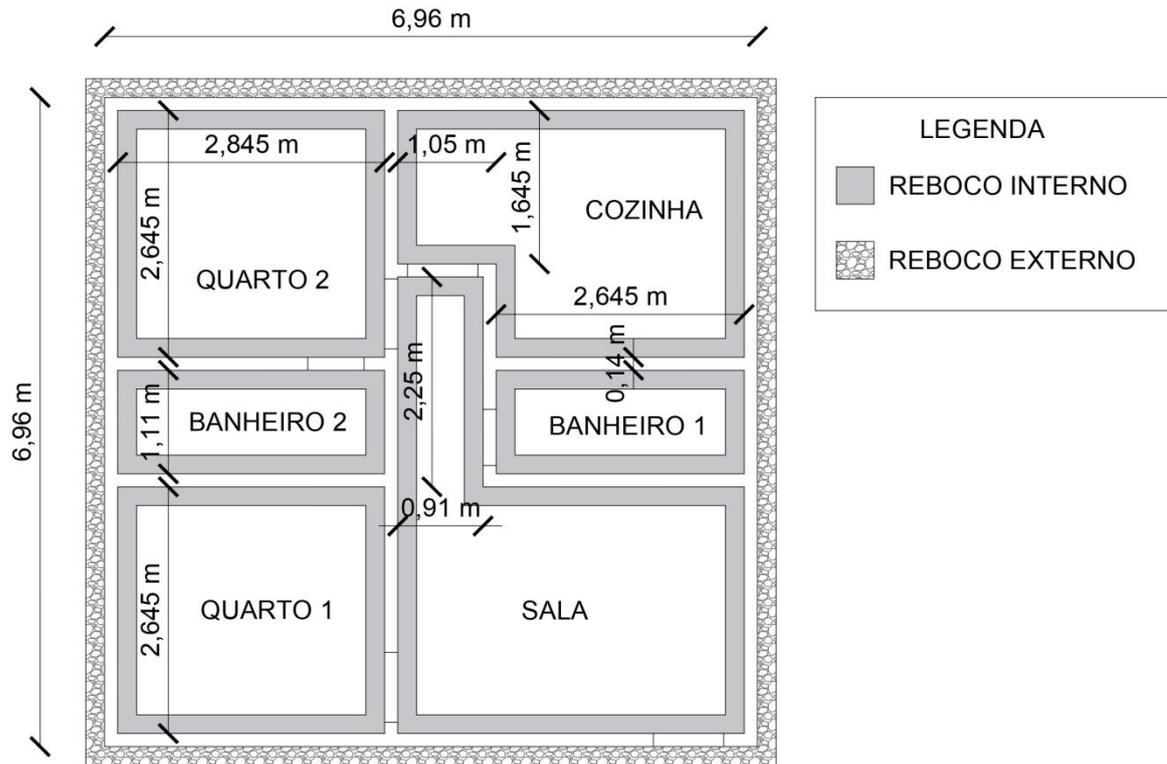
**Tabela 19 – Quantidade total de materiais - contrapiso**

<b>QUANTIDADE TOTAL DE MATERIAIS - CONTRAPISO</b>	
Cimento	11 sacos
Areia	1,698 m <sup>3</sup>
Água	869 litros

Fonte: autoria própria

Quanto ao reboco da casa, o cálculo da área pode ser feito separando a área reboco externo e o reboco interno, sendo a área interna dividida por ambientes, conforme Figura 55. A espessura de reboco será considerada de 2 cm.

Figura 55 – Área de reboco



Fonte: autoria própria

A Tabela 20 e a Tabela 21, apresentam o quantitativo de reboco interno e externo, respectivamente.

Tabela 20 – Quantitativo de reboco interno

QUANTITATIVO DE REBOCO INTERNO					
Local	Perímetro (m)	Altura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
SALA	17,180	2,900	49,822	6,530	43,29
QUARTO 1	10,980	2,900	31,842	2,780	29,06
QUARTO 2	10,980	2,900	31,842	4,040	27,80
COZINHA	12,680	2,900	36,772	2,780	33,99
BANHEIRO 1	7,510	2,900	21,779	1,620	20,16
BANHEIRO 2	7,910	2,900	22,939	1,620	21,32
<b>TOTAL</b>					<b>175,626</b>

Fonte: autoria própria

Tabela 21 – Quantitativo de reboco externo

<b>QUANTITATIVO DE REBOCO EXTERNO</b>					
Local	Base (m)	Altura (m)	Área Bruta (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Líquida (m <sup>2</sup> )
FACHADA 1	6,96	3,000	20,88	2,78	20,88
FACHADA 2	6,96	3,000	20,88	1,20	20,88
FACHADA 3	6,96	3,000	20,88	0,36	20,88
FACHADA 4	6,96	3,000	20,88	2,76	20,88
COMPLEMENTO 1	6,96	0,94	3,27	-	3,27
COMPLEMENTO 2	6,96	0,94	3,27	-	3,27
<b>TOTAL</b>					<b>82,97</b>

Fonte: autoria própria

A Tabela 22 apresenta o volume total de reboco para a casa.

Tabela 22 – Volume de reboco total

<b>QUANTITATIVO DE REBOCO TOTAL</b>			
Local	Área (m <sup>2</sup> )	Espessura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
INTERNO	175,63	0,02	3,51
EXTERNO	82,97	0,02	1,66
<b>TOTAL</b>			<b>5,17</b>

Fonte: autoria própria

Para efeito didático, será utilizado o mesmo traço de 1:4 para o reboco da casa, ou seja, 1 medida de cimento, para 4 de areia. Sendo assim:

Cimento:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} = 209,326 \text{ cm}^3 = 264 \text{ g}$

Areia:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 4 = 837,304 \text{ cm}^3$

Água:  $9,7 \text{ cm} \times 8,3 \text{ cm} \times 2,6 \text{ cm} \times 2 = 418,652 \text{ cm}^3$

Concreto:  $14,4 \text{ cm} \times 12,7 \text{ cm} \times 5,7 \text{ cm} = 1042,416 \text{ cm}^3$

Volume total de argamassa para reboco:  $5,17 \text{ m}^3$

#### Quantidade total de Cimento

Sabendo que para  $1042,416 \text{ cm}^3$  de argamassa, são necessárias 264 g de cimento, então para um volume de  $5,17 \text{ m}^3$ , serão necessários:

$1042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 264 \text{ g de cimento}$

$5,17 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 1,30934 \times 10^6 \text{ g de cimento} \rightarrow 1309,34 \text{ kg de cimento}$

Como 1 saco de cimento possui 50 kg, então:

$$\frac{1309,34}{50} = 26,18$$

Como não existem 26,18 sacos de cimento, então serão necessários 27 sacos de cimento.

#### Quantidade total de Areia

Sabendo que para  $1042,416 \text{ cm}^3$  de argamassa, são necessárias  $837,304 \text{ cm}^3$  de areia, então para um volume de  $5,17 \text{ m}^3$ , serão necessários:

$1042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 837,304 \text{ cm}^3$  de areia

$5,17 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 4,1527199 \times 10^6 \text{ cm}^3$  de areia  $\rightarrow 4,1527 \text{ m}^3$  de areia

Portanto, serão necessários  $4,15 \text{ m}^3$  de areia.

#### Quantidade total de Água

Sabendo que para  $1042,416 \text{ cm}^3$  de concreto, são necessários  $418,652 \text{ cm}^3$  de água, então para um volume de  $5,17 \text{ m}^3$ , serão necessários:

$1.042,416 \text{ cm}^3 \rightarrow 418,652 \text{ cm}^3$  de água

$5,17 \text{ m}^3 \times 10^6 \text{ cm}^3 \rightarrow 2,0763599 \times 10^6 \text{ cm}^3$  de água  $\rightarrow 2.076,359 \text{ dm}^3$  de água

Portanto, serão necessários, em média, 2077 litros de água.

As informações calculadas estão resumidas na Tabela 23.

**Tabela 23 – Quantidade total de materiais - reboco**

<b>QUANTIDADE TOTAL DE MATERIAIS – REBOCO</b>	
Cimento	27 sacos
Areia	4,15 m <sup>3</sup>
Água	2077 litros

Fonte: autoria própria

### **3.2.5 Momento 5: revestimento cerâmico**

O Quadro 7 traz informações gerais sobre o Momento 5 da SD2.

Quadro 7 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 5

**SD 2: Momento 5**

**Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados:** cálculo de área de superfícies e ladrilhamento do revestimento cerâmico no plano do piso e das paredes para diferentes tamanhos de cerâmicas.

**Tempo médio necessário para aplicação da SD:** 2 horas/aula.

**Material necessário para realização da SD:** papel, lápis grafite e calculadora.

Observação 1: O professor e os alunos podem escolher alguma argamassa colante e procurar informações sobre o rendimento desta.

Fonte: autoria própria

O quantitativo de revestimento cerâmico será dividido em revestimento cerâmico de piso e de parede. Será considerado todo o piso da casa revestido com peças cerâmicas, e as paredes dos ambientes molhados, isto é, banheiros e cozinha.

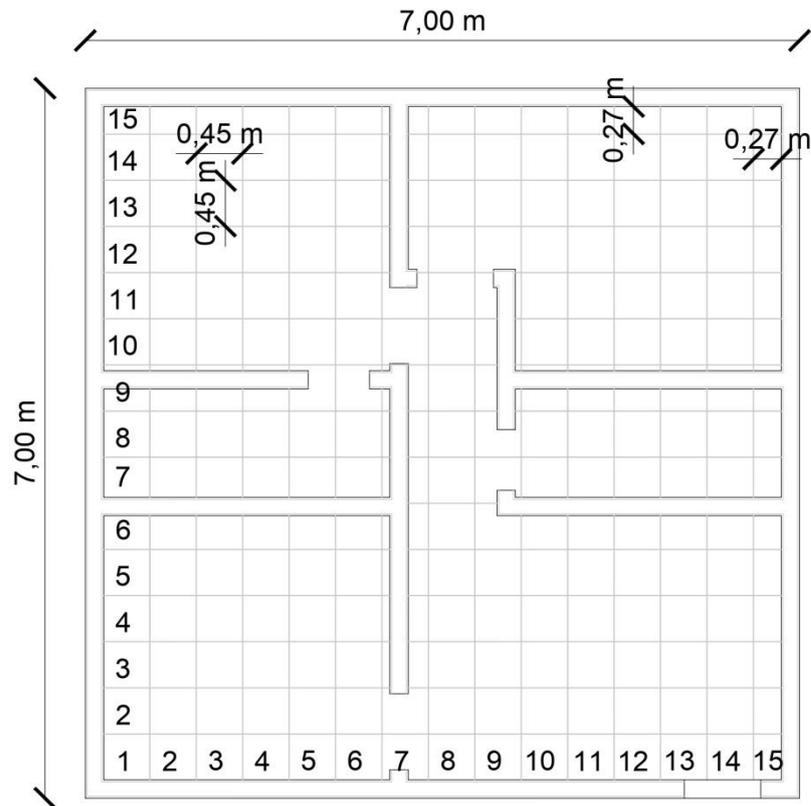
#### Revestimento Cerâmico de Piso

No que tange ao revestimento cerâmico do piso, é importante aduzir que a quantidade de piso necessária é a mesma do contrapiso, ou seja, 42,276 m<sup>2</sup>. Porém, se forem compradas exatamente 42,276 m<sup>2</sup> de peças cerâmicas, ao fazer o ladrilhamento, provavelmente haverá falta de material, uma vez que será necessário fazer cortes nas peças. Desta forma, antes de calcular o material necessário, inicialmente deve ser escolhido o tamanho da peça cerâmica que será utilizada, para verificar a quantidade necessária.

Considerando três casos: o primeiro utilizando uma cerâmica 45 cm x 45 cm com rejuntamento de 5 mm entre peças cerâmicas, o segundo caso utilizando um porcelanato de 1 m x 1 m com rejuntamento de 1 mm entre pedras e o terceiro caso utilizando um porcelanato de 90 cm x 90 cm com rejuntamento de 1 mm. É relevante afirmar que rejuntamento é o espaço que fica entre as peças cerâmicas e tem como escopo absorver as deformações das pedras cerâmicas. Assim, podem ser feitas opções de ladrilhamento para cada caso.

O primeiro caso, representado na Figura 56, pode ser observada uma opção de ladrilhamento com a cerâmica de 45 cm x 45 cm e um espaçamento de 5 mm entre cerâmicas.

Figura 56 – Ladrilhamento de piso 45 cm x 45 cm



Fonte: autoria própria

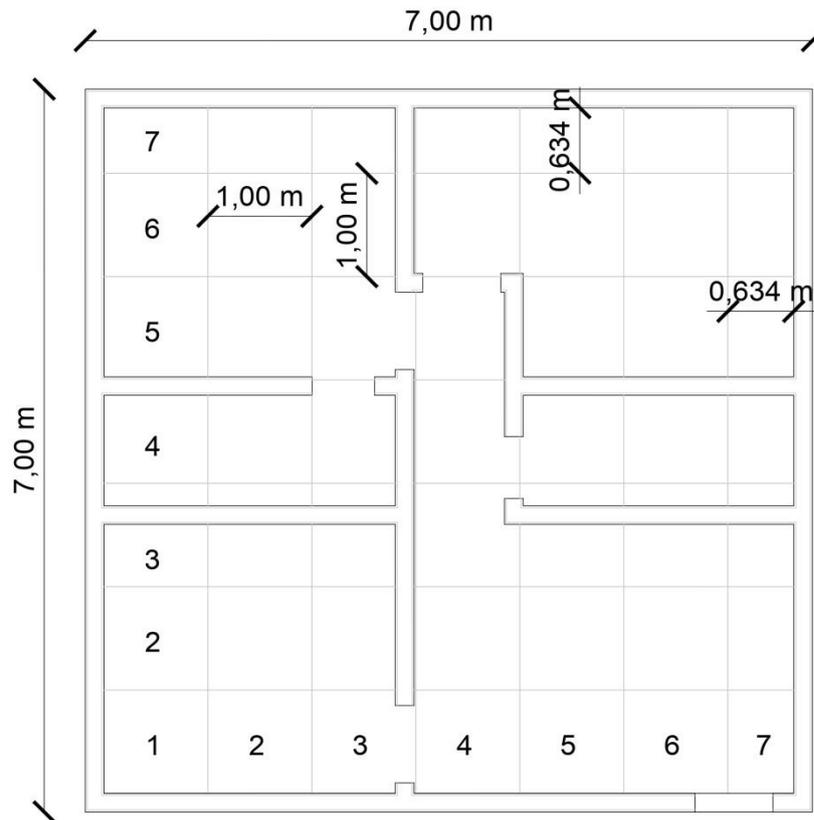
Note que, neste exemplo, são necessárias 225 pedras cerâmicas para executar o piso da casa. A pedra 15 deve ser cortada, porém, o que sobra, neste caso, não dá para reaproveitar. Assim:

$$225 \times 0,45 \times 0,45 = 45,56 \text{ m}^2$$

Portanto, seriam necessários 45,56 m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico.

O segundo caso, representado na Figura 57, pode ser observada uma opção de ladrilhamento com o porcelanato de 1,00 m x 1,00 m e um espaçamento de 1 mm entre peças.

Figura 57 – Ladrilhamento de piso 1,00 m x 1,00 m



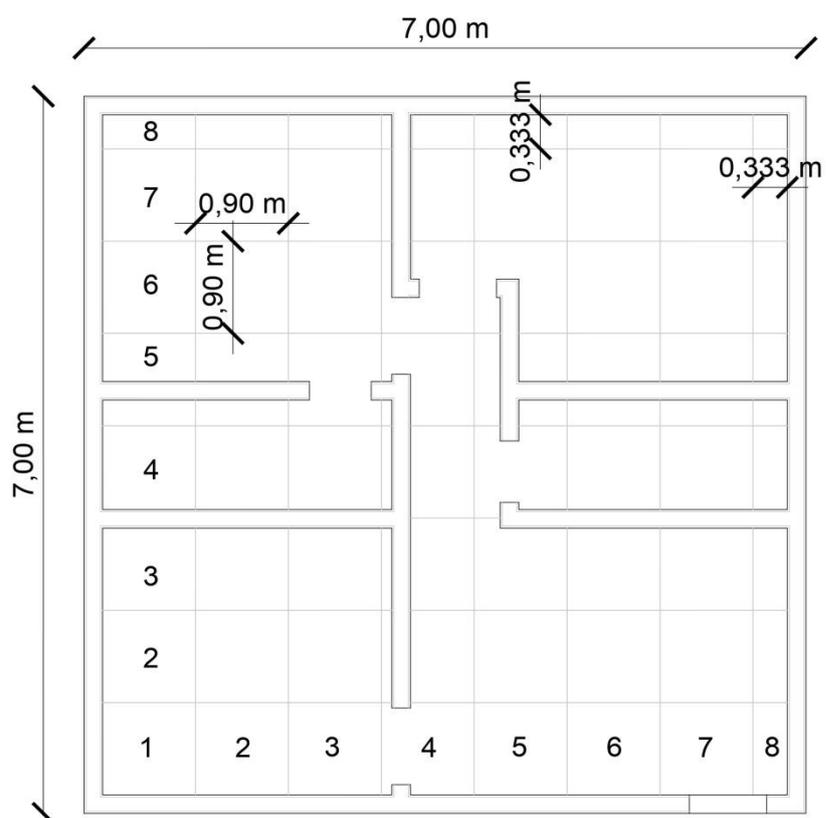
Fonte: autoria própria

Observe que, neste exemplo, são necessárias 49 pedras cerâmicas para executar o piso da casa. A pedra 7 deve ser cortada, porém, o que sobra, neste caso, não dá para reaproveitar. Assim:

$$49 \times 1,00 \times 1,00 = 49,00 \text{ m}^2$$

Portanto, seriam necessários 49,00 m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico.

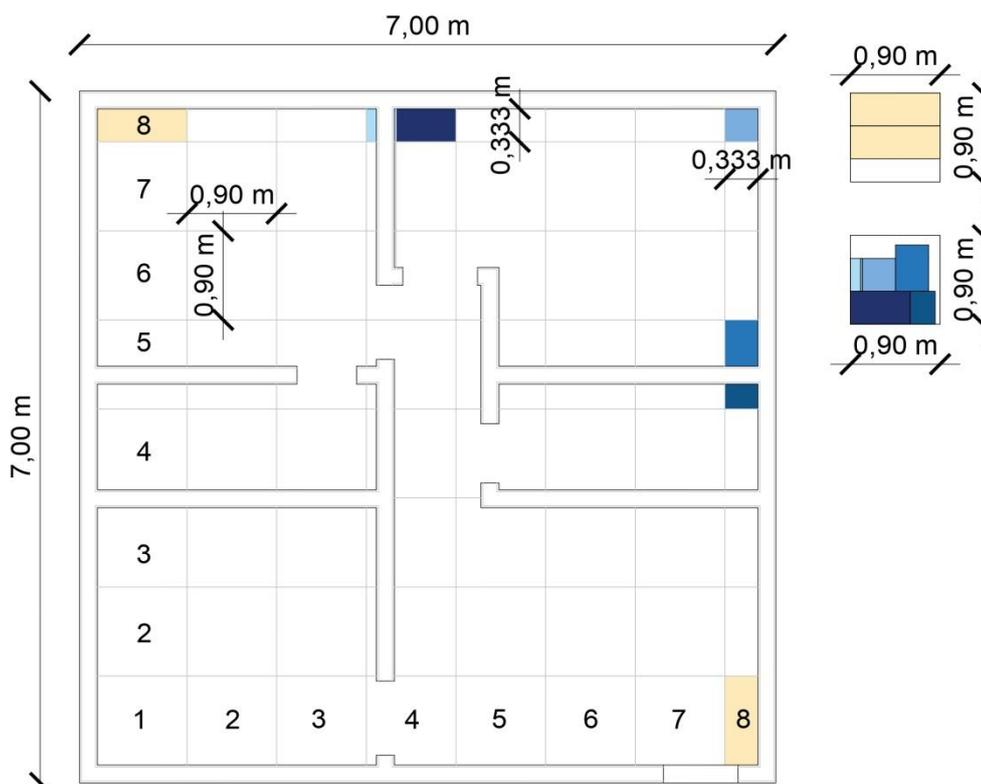
O terceiro e último caso, representado na Figura 58, pode ser observada uma opção de ladrilhamento com o porcelanato de 90 cm x 90 cm e um espaçamento de 1 mm entre peças.

**Figura 58 – Ladrilhamento de piso 90 cm x 90 cm**

Fonte: autoria própria

Note que, neste exemplo, as pedras da fila 8 podem ser reaproveitadas, conforme mostra a Figura 59.

Figura 59 – Reaproveitamento de peças



Fonte: autoria própria

Observe que, neste exemplo, são necessárias 56 pedras cerâmicas para executar o piso da casa. Afinal, as pedras da linha 8 podem ser cortadas e reaproveitadas. Assim:

$$7 \times 8 \times 0,90 \times 0,90 = 45,36 \text{ m}^2$$

Portanto, seriam necessários 45,36 m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico.

Com isso, percebe-se que diferentes tamanhos de peças cerâmicas e diferentes ladrilhamentos resultam em diferentes áreas de piso e, como o revestimento cerâmico é comprado por m<sup>2</sup>, é necessário saber o a quantidade real necessária. Deste modo, o professor pode fazer com que os alunos façam diferentes projeções, pesquisando com os fabricantes de cerâmica e escolham a que acharem melhor. Neste caso, será definido o porcelanato do caso 3.

Para execução do piso cerâmico, além da quantidade de cerâmicas, é necessário utilizar uma argamassa colante para colar a pedra cerâmica no contrapiso e o rejunte para preencher os vazios.

Nesta etapa, o professor deve procurar com os alunos algum fabricante de argamassa colante e de rejunte da região. Em seguida, deve ser verificado qual o rendimento da argamassa e do rejunte escolhido, essa informação é obtida na própria embalagem da argamassa ou no catálogo do fabricante.

Neste caso, para efeito didático, será utilizada uma argamassa aleatória com rendimento de 8 kg/m<sup>2</sup> e um rejunte com rendimento de acordo com a Tabela 24.

**Tabela 24 – Estimativa de consumo de Rejunte**

<b>Estimativa de Consumo de Rejunte para Embalagens de 1kg</b>					
Tamanho da Cerâmica	Tamanho da Junta				
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm
30x30	9 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>
40x40	12 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>
45x45	14 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>
50x50	15 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>
60x60	19 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>
80x80	25 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>
100x100	31 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>	11 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>
120x120	37 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>	14 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>

Fonte: adaptado (Junta Líder)

#### Quantidade total de argamassa

Sabendo que para 1 m<sup>2</sup> é necessário 8 kg de argamassa colante, então para uma área de 42,276 m<sup>2</sup>, serão necessários:

1,00 m<sup>2</sup> → 8 kg de argamassa colante

42,276 m<sup>2</sup> → 338,21 de argamassa colante

Considerando um pacote de argamassa de 20 kg, então:

$$\frac{327,79}{20} = 16,91$$

Portanto, serão necessários 17 pacotes de argamassa colante de 20 kg para a execução do revestimento cerâmico da casa.

#### Quantidade total de rejunte

Considerando uma cerâmica de 80x80 e junta de 1 mm, 1 kg de rejunte rende para uma área de 25 m<sup>2</sup>, enquanto uma cerâmica de 100x100 e junta de 1 mm, 1 kg de rejunte rende para uma área de 31 m<sup>2</sup>. Fazendo uma média para uma cerâmica de 90x90.

$$\frac{25 + 31}{2} = 28$$

Sendo assim, será considerado um rendimento de 1 kg de rejunte para 28 m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico, portanto:

28,00 m<sup>2</sup> → 1 kg de rejunte

42,276 m<sup>2</sup> → 1,5098 de rejunte

Considerando um pacote de rejunte de 1 kg, portanto, serão necessários 2 pacotes de rejunte de 1 kg para a execução do revestimento cerâmico da casa.

As informações calculadas estão resumidas na Tabela 25.

**Tabela 25 – Quantidade de materiais para o revestimento cerâmico de piso**

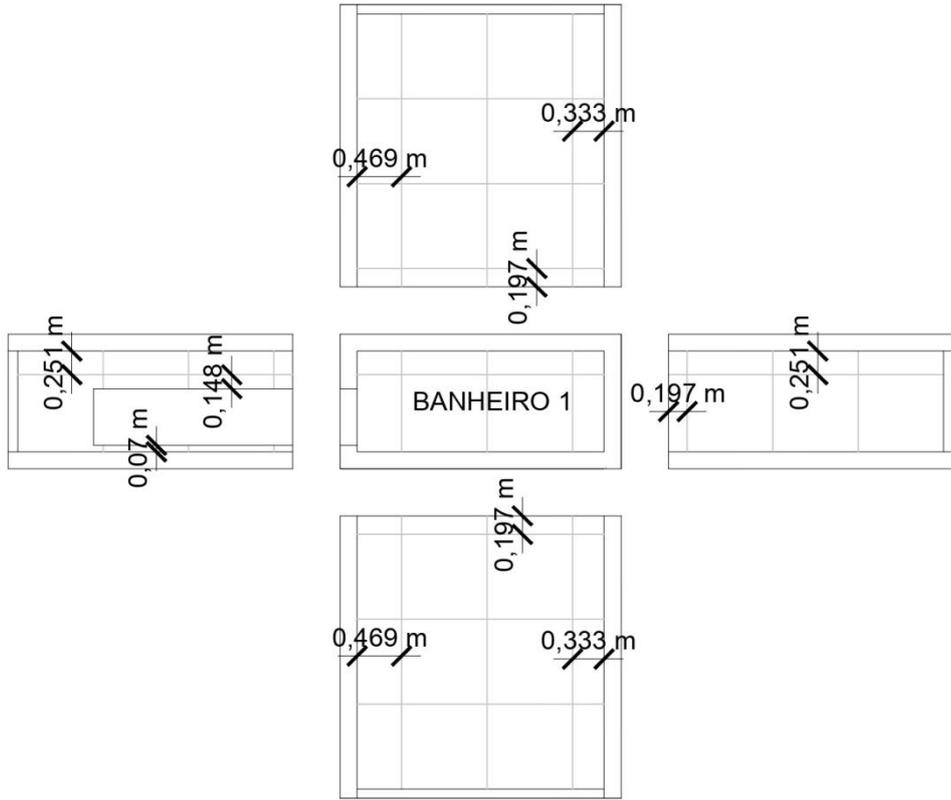
<b>QUANTIDADE DE MATERIAIS – REVESTIMENTO CERÂMICO DE PISO</b>	
Cerâmica	45,36 m <sup>2</sup>
Argamassa colante	17 pacotes de 20 kg
Rejunte	2 pacotes de 1 kg

Fonte: autoria própria

#### Revestimento Cerâmico de Parede

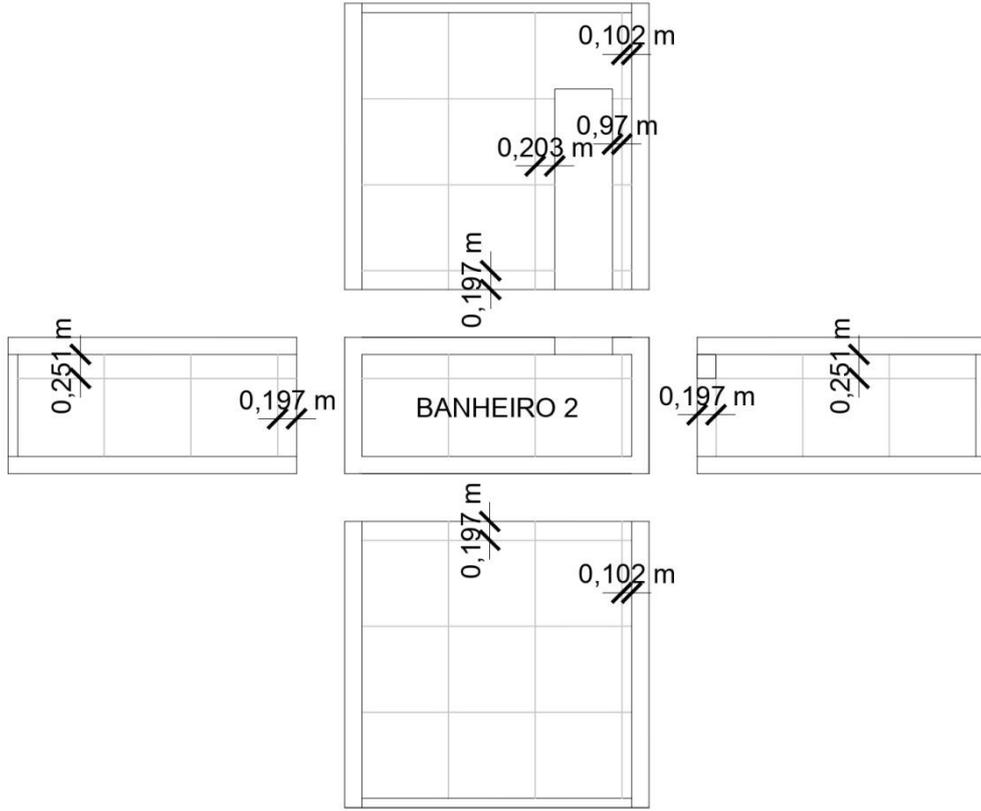
Para o revestimento cerâmico de parede foi escolhido o mesmo revestimento do piso, ou seja, 90 cm x 90 cm, com rejuntamento de 1 mm entre peças. É importante determinar os ambientes que devem receber revestimento cerâmico de parede, sendo em regra, os ambientes molháveis, tais como banheiros e cozinha. Seguindo o mesmo alinhamento do piso, pode-se notar o resultado da Figura 60 para o banheiro 1, da Figura 61 para o banheiro 2 e da Figura 62 para a cozinha.

Figura 60 – Revestimento de parede do Banheiro 1



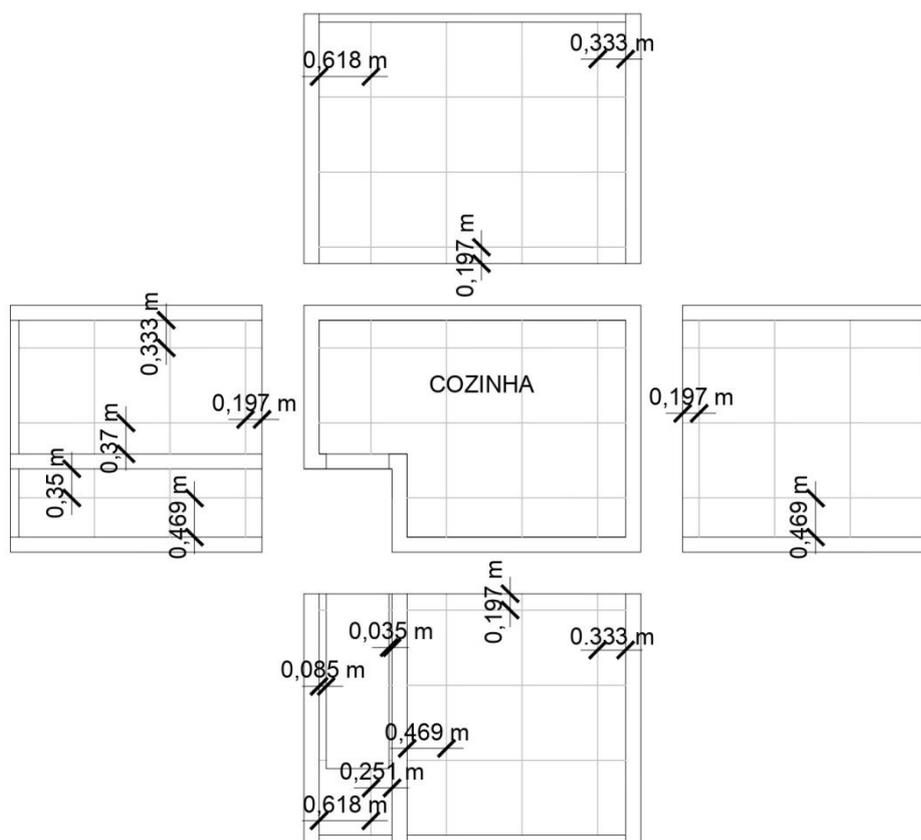
Fonte: autoria própria

Figura 61 – Revestimento de parede do Banheiro 2



Fonte: autoria própria

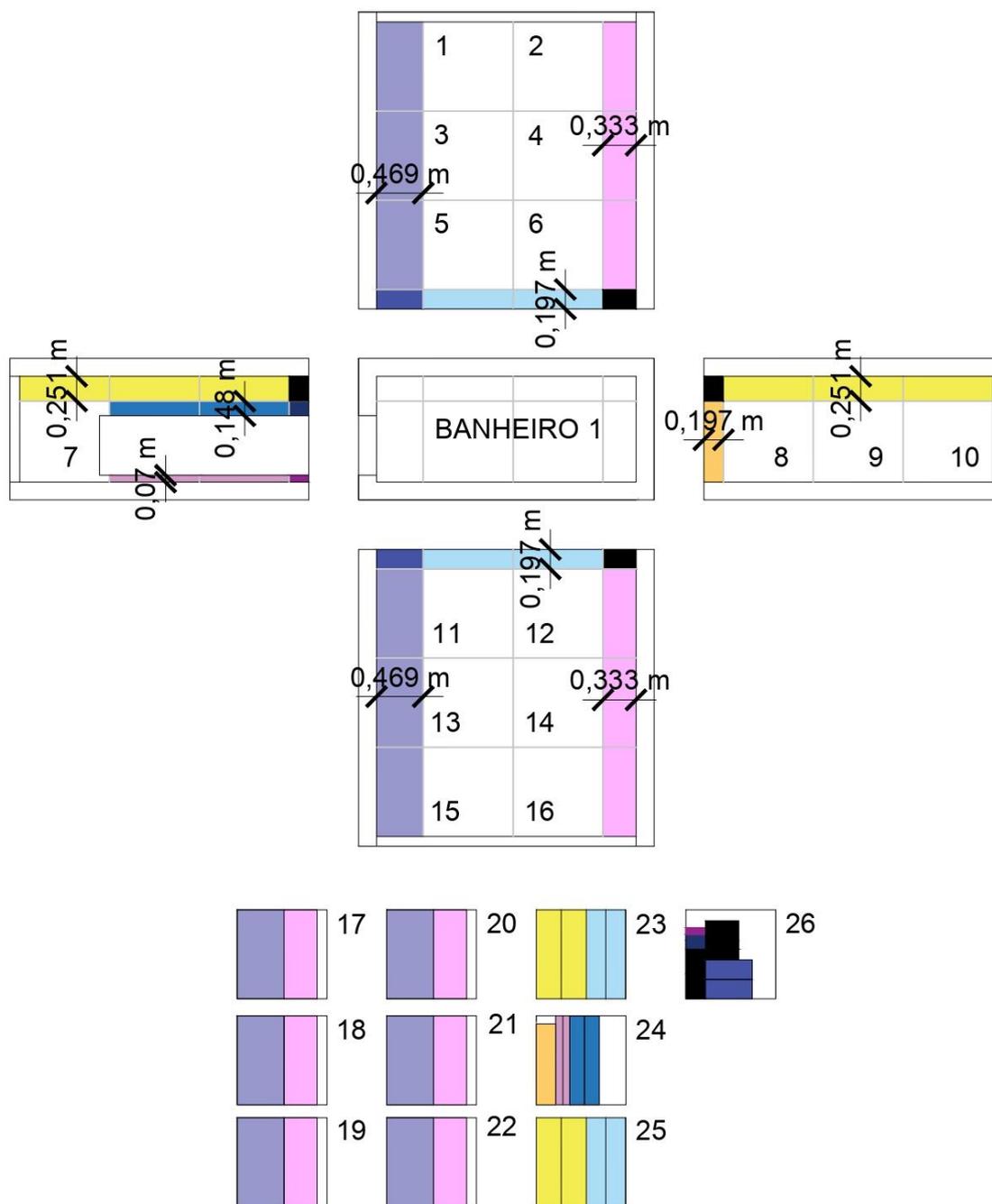
**Figura 62 – Revestimento de parede da Cozinha**



Fonte: autoria própria

Repare que em todos os casos sobram muitos pedaços de cerâmicas. Assim, o professor deve orientar os alunos para aproveitar da melhor forma possível as sobras de cerâmicas, de modo a reduzir custos. A Figura 63 mostra um exemplo de reaproveitamento de cerâmicas para o banheiro 1.

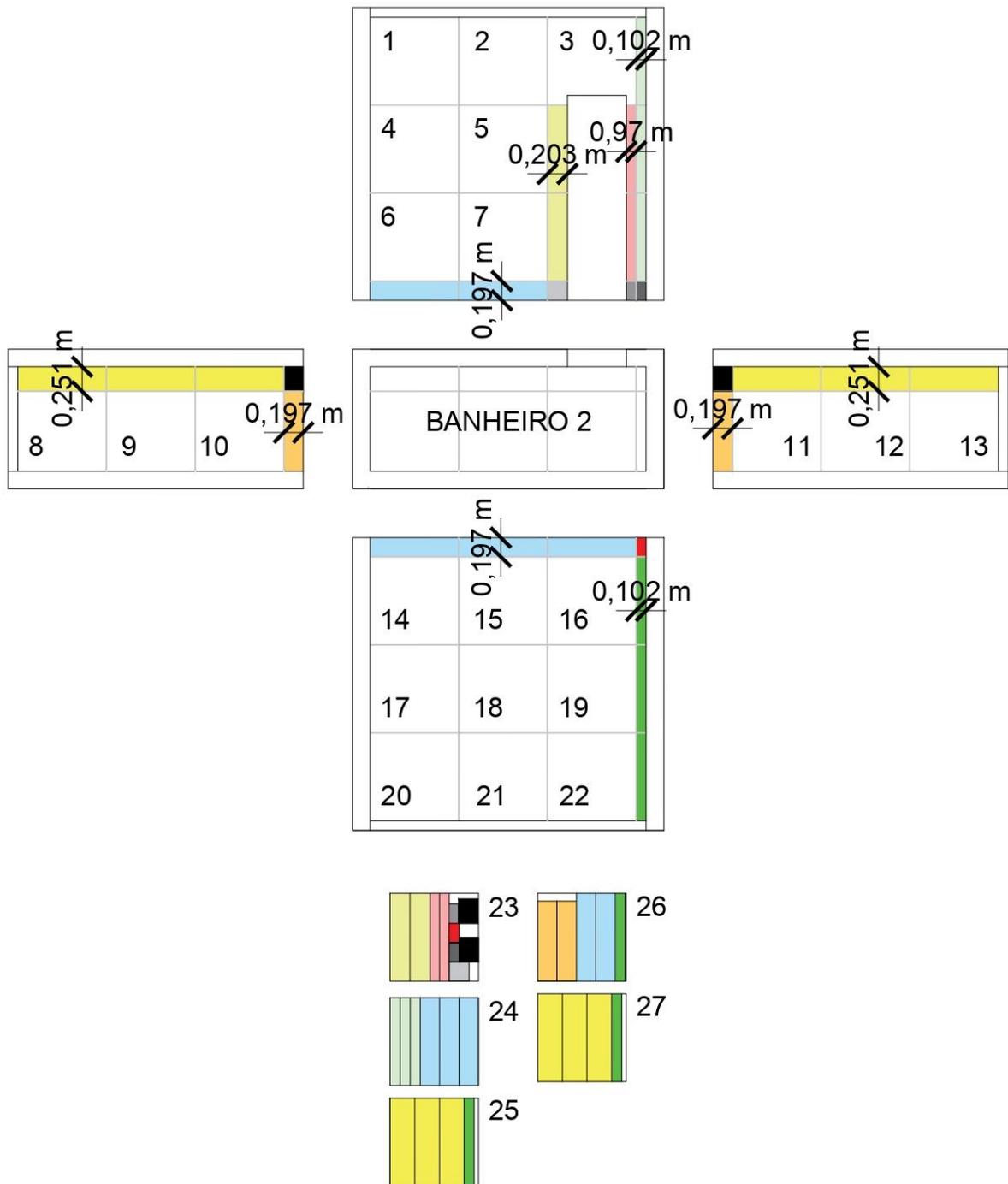
Figura 63 – Reaproveitamento de cerâmicas do revestimento de parede do Banheiro 1



Fonte: autoria própria

A Figura 64 mostra um exemplo de reaproveitamento de cerâmicas para o banheiro 2.

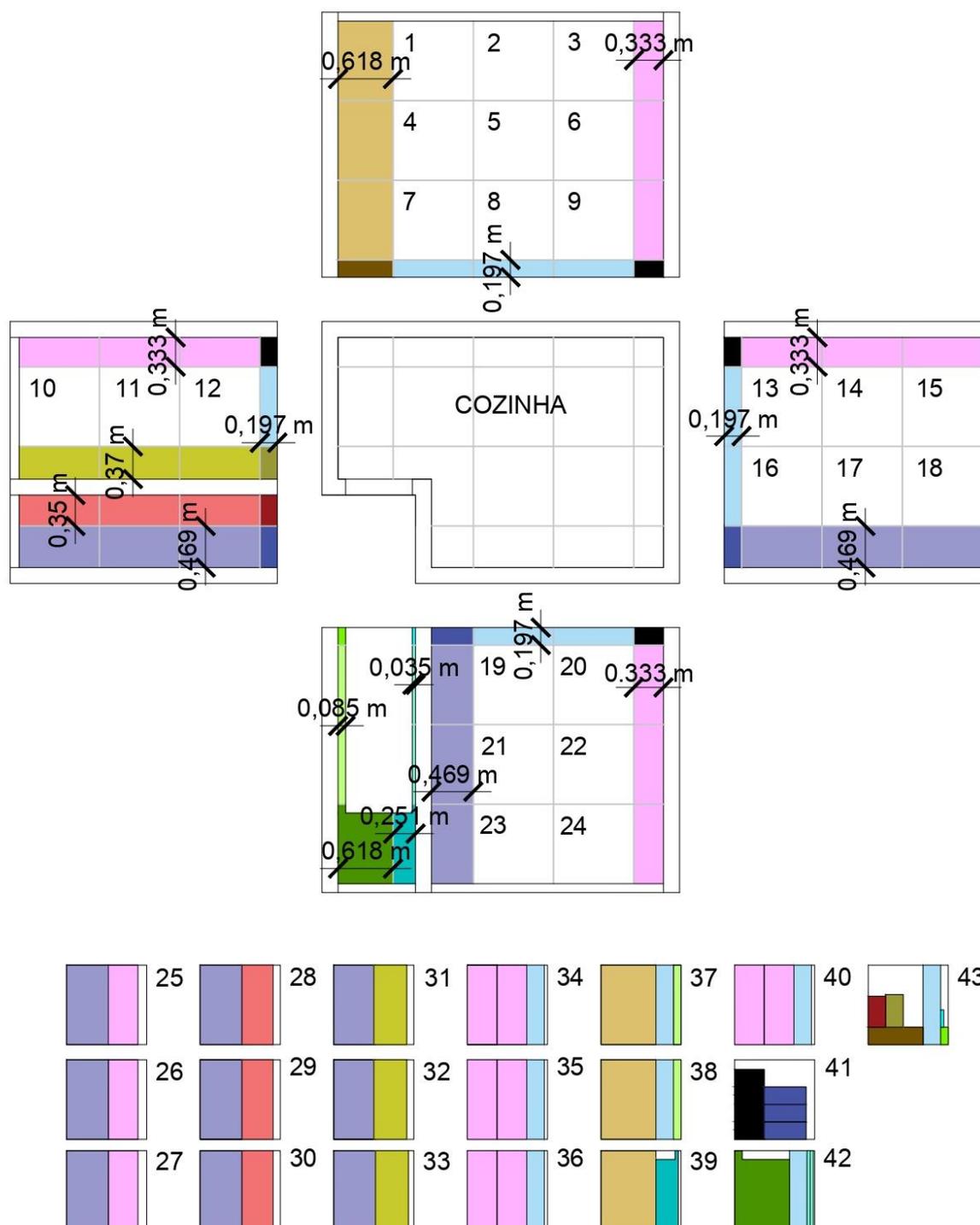
Figura 64 – Reaproveitamento de cerâmicas do revestimento de parede do Banheiro 2



Fonte: autoria própria

A Figura 65 mostra um exemplo de reaproveitamento de cerâmicas para a cozinha.

Figura 65 – Reaproveitamento de cerâmicas do revestimento de parede da cozinha



Fonte: autoria própria

Atente que, neste caso, são necessárias 26+25+43, isto é, 94 pedras cerâmicas para executar o revestimento cerâmico das paredes da casa. Assim:

$$94 \times 0,90 \times 0,90 = 76,14 \text{ m}^2$$

Portanto, seriam necessários 76,14 m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico.

Da mesma forma que fora feito para o piso, deve ser calculada a quantidade de argamassa colante e rejunte para as paredes.

Quantidade total de Argamassa

Sabendo que para 1 m<sup>2</sup> é necessário 8 kg de argamassa colante, então para uma área de 76,14 m<sup>2</sup>, serão necessários:

1,00 m<sup>2</sup> → 8 kg de argamassa colante

76,14 m<sup>2</sup> → 609,12 de argamassa colante

Considerando um pacote de argamassa de 20 kg, então:

$$\frac{609,12}{20} = 30,456$$

Portanto, serão necessários 31 pacotes de argamassa colante de 20 kg para a execução do revestimento cerâmico da casa.

Quantidade total de Rejunte

Considerando o mesmo rendimento de 1 kg de rejunte para 28 m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico:

28,00 m<sup>2</sup> → 1 kg de rejunte

76,14 m<sup>2</sup> → 2,7193 de rejunte

Considerando um pacote de rejunte de 1 kg, portanto, serão necessários 3 pacotes de rejunte de 1 kg para a execução do revestimento cerâmico da casa.

As informações calculadas estão resumidas na Tabela 26.

**Tabela 26 – Quantidade de materiais para o revestimento cerâmico de parede**

<b>QUANTIDADE DE MATERIAIS – REVESTIMENTO CERÂMICO DE PAREDE</b>	
Cerâmica	76,14 m <sup>2</sup>
Argamassa colante	31 pacotes de 20 kg
Rejunte	3 pacotes de 1 kg

Fonte: autoria própria

A quantidade total necessária de cerâmica, argamassa colante e rejunte, está resumida na Tabela 27.

Tabela 27 – Quantidade de materiais para o revestimento cerâmico

<b>QUANTIDADE DE MATERIAIS – REVESTIMENTO CERÂMICO</b>	
Cerâmica	121,50 m <sup>2</sup>
Argamassa colante	48 pacotes de 20 kg
Rejunte	5 pacotes de 1 kg

Fonte: autoria própria

### 3.2.6 Momento 6: pintura

O Quadro 8 traz informações gerais sobre o Momento 6 da SD2.

#### Quadro 8 - Informações gerais sobre a SD 2: Momento 6

<b>SD 2: Momento 6</b>
<p><b>Conceitos matemáticos que podem ser trabalhados:</b> cálculo de área de superfícies para receber pintura.</p> <p><b>Tempo médio necessário para aplicação da SD:</b> 2 horas/aula.</p> <p><b>Material necessário para realização da SD:</b> papel, lápis grafite e calculadora.</p> <p>Observação 1: O professor e os alunos podem escolher alguma tinta e procurar informações sobre o rendimento desta.</p>

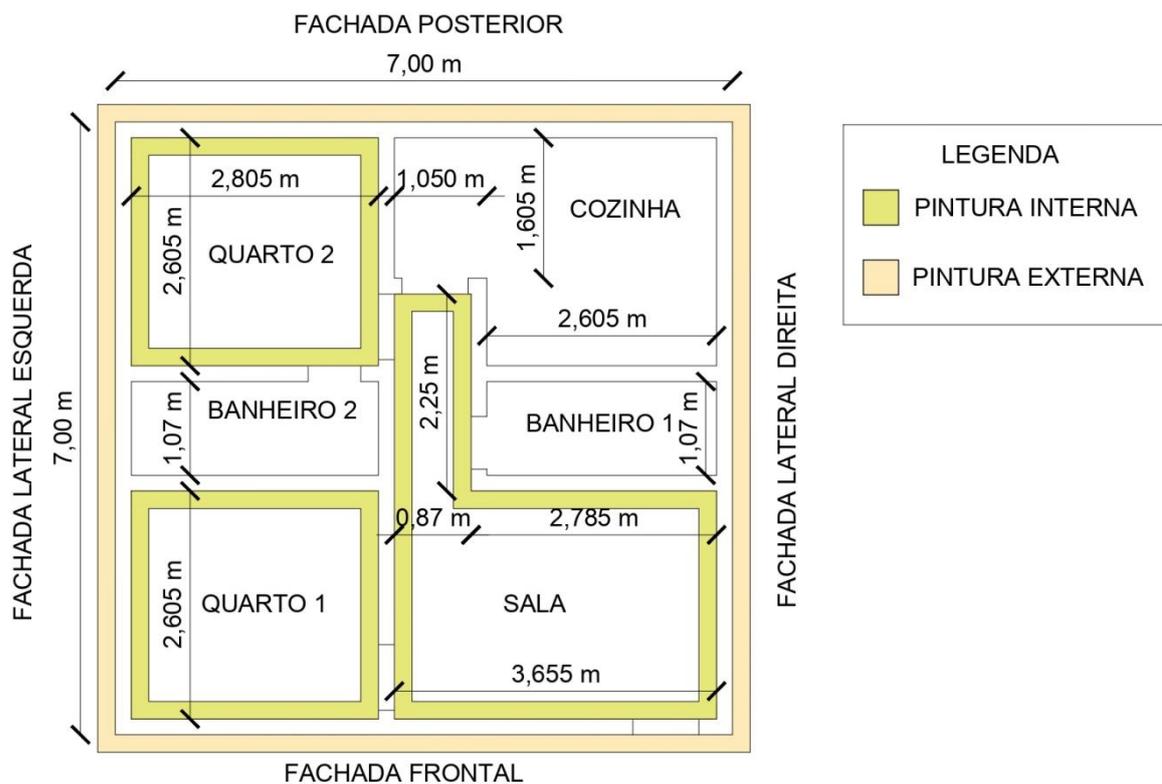
Fonte: autoria própria

Nesta etapa, o professor deve procurar com os alunos algum fabricante de tinta da região e escolherem a tinta para a pintura de suas casas. Em seguida, deve-se verificar qual o rendimento da tinta adotada, podendo esta informação ser obtida na própria embalagem da tinta ou no catálogo do fabricante.

No caso em tela, será utilizada uma tinta aleatória com rendimento de 10 m<sup>2</sup>/litro por demão. É imprescindível destacar que uma demão representa uma camada de tinta que é aplicada em uma superfície, ou seja, se uma parede receber apenas uma camada de tinta, esta recebeu uma demão, se receber duas, duas demãos e assim sucessivamente. Neste caso, serão definidas duas demãos de tinta para a pintura da casa.

Ademais, ressalte-se que as superfícies que serão pintadas são as paredes internas, que não receberam revestimento cerâmico, as paredes externas e o teto. As paredes que serão pintadas estão representadas na Figura 66.

Figura 66 – Pintura das Paredes



Fonte: autoria própria

As paredes internas que serão pintadas são as paredes dos quartos e da sala. Note que a altura da parede a ser pintada é 2,90 m (descontando a laje) e que também devem ser descontadas as áreas de portas e janelas. A Tabela 28 apresenta o cálculo da área de paredes internas.

Tabela 28 – Quantitativo de área de pintura das paredes internas

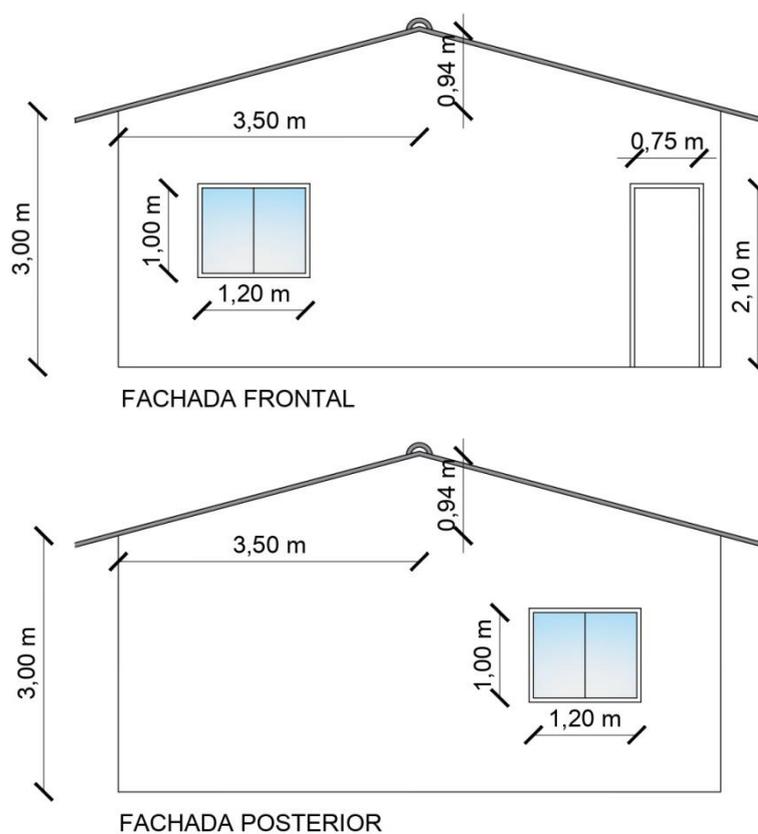
QUANTITATIVO DE ÁREA DE PINTURA - PAREDES INTERNAS					
Local	Perímetro (m)	Altura (m)	Área Bruta (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Líquida (m <sup>2</sup> )
SALA	17,02	2,90	49,36	7,19	42,17
QUARTO 1	10,82	2,90	31,38	2,78	28,60
QUARTO 2	10,82	2,90	31,38	4,04	27,34
<b>TOTAL</b>					<b>98,12</b>

Fonte: autoria própria

As paredes externas são divididas em fachada frontal, fachada posterior e fachada lateral direita e fachada lateral esquerda. Repare que a altura considerada para o cálculo é de 3,00 m,

porém, a fachada frontal e a fachada posterior apresentam um complemento de parede, conforme Figura 67. Além disso, é necessário observar que ainda devem ser descontadas as áreas de portas e janelas. A Tabela 29 apresenta o cálculo da área de paredes externas.

**Figura 67 – Pintura de Fachada Frontal e Fachada Posterior**



Fonte: autoria própria

**Tabela 29 – Quantitativo de área de pintura das paredes externas**

QUANTITATIVO DE ÁREA DE PINTURA - PAREDES EXTERNAS					
Local	Base (m)	Altura (m)	Área Bruta (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Líquida (m <sup>2</sup> )
FACHADA FRONTAL	7,00	3,00	21,00	2,78	18,23
	7,00	0,94	3,29	-	3,29
FACHADA POSTERIOR	7,00	3,00	21,00	1,20	19,80
	7,00	0,94	3,29	-	3,29
FACHADA LATERAL ESQUERDA	7,00	3,00	21,00	0,36	20,64
FACHADA LATERAL DIREITA	7,00	3,00	21,00	2,76	18,24
<b>TOTAL</b>					<b>83,49</b>

Fonte: autoria própria

Em relação ao teto, será pintado o teto de toda a casa. A Tabela 30 apresenta o cálculo da área de teto.

**Tabela 30 – Quantitativo de área de pintura do teto**

<b>QUANTITATIVO DE ÁREA DE PINTURA - TETO</b>					
Local	Base (m)	Altura (m)	Área Bruta (m <sup>2</sup> )	Descontos (m <sup>2</sup> )	Área Líquida (m <sup>2</sup> )
SALA	2,785	2,605	7,25	-	7,25
	0,870	2,250	1,96	-	1,96
COZINHA	1,050	1,605	1,69	-	1,69
	2,605	2,605	6,79	-	6,79
QUARTO 1	2,805	2,605	7,31	-	7,31
QUARTO 2	2,805	2,605	7,31	-	7,31
BANHEIRO 1	2,605	1,070	2,79	-	2,79
BANHEIRO 2	2,805	1,070	3,00	-	3,00
<b>TOTAL</b>					<b>38,09</b>

Fonte: autoria própria

A Tabela 31 apresenta a área total a ser pintada.

**Tabela 31 – Área de pintura total**

<b>ÁREA DE PINTURA TOTAL</b>	
Local	Área (m <sup>2</sup> )
PAREDES INTERNAS	98,12
PAREDES EXTERNAS	83,49
TETO	38,09
<b>TOTAL</b>	<b>219,69</b>

Fonte: autoria própria

Desta forma, sabendo a área a ser pintada, conhecendo o rendimento da tinta e definindo duas demãos de tinta para a pintura da casa, é possível calcular o volume de tinta necessário.

#### Quantidade total de Tinta

Sabendo que para 10 m<sup>2</sup> é necessário 1 litro de tinta, então para uma área de 219,69 m<sup>2</sup>, considerando que serão dadas duas demãos de tinta na superfície, serão necessários:

10,00 m<sup>2</sup> → 1 litro de tinta

219,69 m<sup>2</sup> x 2 (demãos) → 43,938 litros de tinta

Considerando um galão de tinta com 3,60 litros, então:

$$\frac{43,938}{3,60} = 12,205$$

Portanto, serão necessários 13 galões de tinta de 3,60 litros para a pintura da casa.

As informações calculadas estão resumidas na Tabela 32.

**Tabela 32 – Quantidade de material para a pintura**

<b>QUANTIDADE DE MATERIAL - PINTURA</b>	
Tinta	13 galões de 3,6 L

Fonte: autoria própria

### Atividade Complementar

Uma possibilidade de atividade complementar seria os alunos calcularem o tempo médio necessário para a pintura da casa.

Sabendo que o profissional responsável para realizar esse serviço é o pintor, de acordo com a tabela de Composição de Custos da Caixa Econômica Federal, do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), para pintar 1,00 m<sup>2</sup> de parede, são necessárias, em média, 0,187 horas de pintor (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2020).

Sendo assim, para uma área de 219,69 m<sup>2</sup>:

1,00 m<sup>2</sup> → 0,187 horas de pintor

219,69 m<sup>2</sup> → 41,08 horas de pintor

Considerando que um pintor trabalha 8 horas semanais de segunda a sexta, então serão necessários:

$$\frac{41,08}{8} = 5,135$$

Sendo assim, para pintar as paredes da casa o pintor precisará trabalhar, entre 5 e 6 dias.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação a Sequência Didática 1, um ponto positivo para os docentes, é que esta pode ser desenvolvida utilizando poucos recursos materiais, basicamente régua, lápis e papel. Além disso, há diversos conhecimentos matemáticos que podem ser trabalhados, como porcentagem, razão e proporção, áreas e perímetros.

A partir desta sequência o aluno pode passar a enxergar em uma casa um conjunto de áreas e perímetros e elementos geométricos, em um telhado, uma perspectiva de um triângulo retângulo, de modo a passar a enxergar Matemática como tudo que está a sua volta.

Além desses conceitos matemáticos, tem-se uma riqueza de conhecimento de mundo que estes alunos podem obter, como conhecer os índices urbanísticos da cidade em que moram, obter uma noção do tamanho necessário para os ambientes internos de uma casa, entre outros. Esses conhecimentos podem ser utilizados posteriormente em diversas situações cotidianas, como por exemplo, pode construir uma casa sem deixar recuo lateral, ou seja, colada a casa do vizinho? Sim, se não houver janelas, pode sim. E se houver janelas? Não pode, deve-se deixar o recuo de, no mínimo, 1,50 m.

Em relação a Sequência Didática 2, pode ser necessário um maior número de materiais para a sua realização. Porém, se não houver disponibilidade, o professor pode reduzir essa quantidade de materiais, como mencionado durante as etapas da sequência. Há diversos conhecimentos matemáticos que podem ser trabalhados como cálculo de área e volume de sólidos, análise de razão e proporção e ladrilhamento no plano.

Assim como na Sequência Didática 1, além dos conceitos matemáticos, tem-se os conhecimentos de mundo que estes alunos podem obter, como conhecer as principais etapas necessárias para a construção de uma casa, os materiais necessários para essa construção, uma ideia de proporção entre esses materiais para a execução de um concreto, entre diversos outros. Ao fazer a experiência de misturar areia, cimento e água, em proporções estabelecidas e calcular o volume obtido, além de aprender sobre razão e proporção de materiais, o aluno aprende como, por exemplo, executar um contrapiso de uma casa. Da mesma forma, descobrir quantos litros de tinta seriam necessários para pintar um determinado ambiente.

Pensando em uma perspectiva maior do que a casa trabalhada, o professor pode mostrar aos alunos imagens de grandes edifícios ou importantes prédios da cidade e questioná-los, por exemplo, quantos sacos de cimento seriam necessários para a construção de um prédio de 20 andares, com 200 m<sup>2</sup> de área construída por andar. O aluno não tem como responder essa

pergunta de forma exata, porém, sabendo quanto foi gasto de cimento para construir uma casa com 49,00 m<sup>2</sup>, o aluno pode ter uma noção da ordem de grandeza necessária.

Por fim, a Tabela 33, apresenta um resumo da quantidade dos materiais necessários para a construção da casa de acordo com as etapas calculadas na sequência didática 2.

**Tabela 33 - Quantidade Total de Materiais calculados**

<b>QUANTIDADE TOTAL DE MATERIAIS</b>	
Cimento	102 sacos de 50 kg
Areia	11,25 m <sup>3</sup>
Brita	6,41 m <sup>3</sup>
Água	6.723 litros
Tijolos	1459 unidades
Telhas 1,53 m x 1,10 m	48 unidades
Cerâmica	121,50 m <sup>2</sup>
Argamassa colante	48 pacotes de 20 kg
Rejunte	5 pacotes de 1 kg
Tinta	13 galões de 3,6 L

Fonte: autoria própria

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo enfatizou a importância de trazer o estudo da Matemática para mais próximo da realidade, com a finalidade de tornar o ensino da Matemática mais atrativo para o aluno. Vale dizer, versou sobre a importância de propor situações que tenham um significado real para os estudantes, pois os problemas cotidianos têm papel fundamental no aprendizado e na aplicação de conceitos matemáticos. Deste modo, a Modelagem Matemática fora a tendência de ensino escolhida por proporcionar ao aluno explorar temáticas que geralmente fazem parte do seu cotidiano.

Conforme fora mencionado, o cotidiano não se refere apenas às atividades do dia a dia dos discentes, mas também as questões da comunidade mais ampla e do mundo do trabalho. Assim sendo, ao escolher trabalhar com a construção civil, foi possível constatar a variedade de profissionais que trabalham no setor, desenvolvendo diferentes funções. Além disso, foi possível utilizar a construção civil como método de aprendizagem da Matemática, devido à variedade de formas que a Matemática pode ser encontrada na construção, como na geometria dos elementos construtivos, no cálculo de áreas e volumes, no quantitativo de materiais, entre outros.

Desta forma, foram analisadas as principais etapas da construção de uma edificação, observando a Matemática envolvida em cada situação e, em seguida, foram construídas duas sequências didáticas.

A primeira sequência didática fora dividida em sete momentos e teve como objetivo construir um projeto de uma casa. Nesta sequência fora possível trabalhar com diversos conceitos matemáticos, tais como cálculo de área e perímetro, cálculo de porcentagens, transformações homotéticas e utilização de relações métricas em problemas envolvendo triângulos.

A segunda sequência didática fora dividida em seis momentos e teve como propósito calcular os materiais necessários para executar as principais etapas de uma construção, tais como estrutura, alvenarias (paredes), cobertura (telhado), reboco, contrapiso, revestimento cerâmico e pintura. Assim, a título de exemplo, se um professor ler o presente estudo e identificar que seria interessante trabalhar em uma aula o cálculo de materiais necessários para a construção das paredes de uma casa, ele poderá trabalhar apenas com esta etapa da Sequência Didática 2. Além disso, nesta sequência fora possível trabalhar com diversos conceitos matemáticos como cálculo de volume de diferentes sólidos, área de superfícies, análise de razão e proporção, ladrilhamento no plano.

É importante esclarecer que a primeira sequência didática proporciona ao aluno trabalhar como se fosse um arquiteto de verdade. Desenvolvendo um trabalho que um arquiteto faz, isto é, criar um projeto.

Enquanto que a segunda sequência didática proporciona ao aluno desenvolver atividades que um engenheiro, um mestre de obras ou um pedreiro realizam, ao calcular a quantidade de materiais necessários para executar um serviço, como a quantidade de tijolos para construir as paredes de uma casa ou a quantidade de tinta necessária para pintá-la. Esse cálculo deve ser feito corretamente de modo que nem sobre e nem falte material durante a construção. Afinal, ao sobrar material, haveria desperdício, e ao faltar, a obra pararia, resultando em prejuízo para quem está construindo.

Como sugestão poderia ser feita uma aplicação dessas sequências didáticas em turmas do ensino fundamental ou ensino média de alguma determinada escola. Uma outra sugestão seria realizar a execução de cada uma das etapas abordadas na sequência didática 2, através de maquetes, proporcionando aos alunos construir a casa que foi projetada, utilizando conceitos matemáticos, como por exemplo, a geometria do triângulo retângulo, bastante utilizada por pedreiros para a construção das paredes. Uma outra sugestão de trabalho futuro seria ampliar a discussão feita sobre a importância de aplicar situações reais em contextos reais como ferramenta de ensino e aprendizagem da Matemática.

Considerando a importância de favorecer a interpretação e compreensão da realidade pelos alunos, fazer estes entenderem a Matemática no contexto real, contribui para formar cidadãos críticos e reflexivos e também para a formação científica geral dos estudantes, sendo este o maior diferencial deste trabalho.

É fato que a Matemática está presente em diversos contextos e aplicações do cotidiano, além de ser utilizada nas mais diversas profissões. Sendo imprescindível mostrar isso para os alunos, de modo a fazê-los refletir sobre a importância de aprender e estudar Matemática. Assim, o aluno passará a enxergar e quem sabe até amar a Matemática.

## REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Contexto.
- BORBA, M. d., & PENTEADO, M. G. (2005). *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- BRASIL. (1988). Constituição: República Federativa do Brasil. Brasília, DF.
- BRASIL. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: matemática. Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF.
- BRASIL. (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Fonte: Base Nacional Comum: Disponível em:  
[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 02 de outubro de 2019.
- BRASIL/MEC. (1996). Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. (2020). SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). *Rio Grande do Norte. Retificação - Relatório de Insumos e Composições - JAN/20 – sem desoneração*. Rio Grande do Norte: Disponível em:  
<[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_657](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_657)> Acesso em: 15 de fevereiro de 2020.
- Catálogo Geral de Produtos Brasilit. (s.d.). Disponível em:  
<<https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Cat%C3%A1logo%20GeralDeProdutos-Brasilit.pdf>> Acesso em 16.03.2020.
- D'AMBROSIO, U. (2013). *Etnomatemática - elo entre as tradições e a modernidade - 5 ed.* Belo Horizonte: Autêntica.
- DANTE, L. R. (2005). *Didática da Resolução de Problemas da Matemática*. São Paulo: Ática.
- GASPERI, W. N., & PACHECO, E. R. (2007). *A História da Matemática como instrumento para a interdisciplinaridade na Educação Básica*. Fonte: Disponível em:  
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/701-4.pdf>>
- GIOVANI, J. R. (1992). *A Conquista da Matemática - teoria e aplicação: 5ª série*. São Paulo: FTD.

- GROENWALD, C. L., & TIMM, U. T. (2002). *Utilizando curiosidades e jogos matemáticos em sala de aula*. Fonte: Disponível em:  
<<http://www.somatematica.com.br/artigos/a1/>>
- HALMENSCHLAGER, V. L. (2001). *Etonomatemáticos: Uma experiência educacional*. São Paulo: Summus.
- JOBIM, T. (s.d.). *Letras*. Fonte: <https://www.letras.mus.br/tom-jobim/86152/>. Acesso em 03 de junho de 2020.
- Junta Líder. (s.d.). *juntalider*. Disponível em:  
<<https://www.juntalider.com.br/produtos/rejunte-flexivel-1kg/>>. Acesso em: 25 de março de 2020. Acesso em 25 de março de 2020
- LIBÂNEO, J. C. (2017). *Didática (livro eletrônico)*. São Paulo: Cortez.
- MONTEIRO, A., & POMPEU JR, G. (2001). *A matemática e os temas transversais*. São Paulo: Moderna.
- MOSSORÓ. (2006). Lei Complementar nº 12. Plano Diretor do Município de Mossoró. Disponível em <<https://www.secovirn.com.br/legislacao/plano-diretor-de-mossoro.pdf>>. Acesso em 14.03.2020.
- MOSSORÓ. (16 de dezembro de 2010). Lei Complementar nº 47. Código de Obras, Posturas e Edificações do Município de Mossoró . Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-mossoro-rn>>. Acesso em 15.02.2020.
- OLIVEIRA, M. M. (2013). *Sequência didática interativa no processo de formação de professores*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- POLYA, G. (1977). *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro: Interciência.
- SIQUEIRA, M. L., & NATTI, P. L. (2007). Modelagem Matemática - Perspectivas de uma aprendizagem mais agradável. Disponível em:  
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/111-4.pdf>>. Acesso em: 07 de abril de 2020.
- VASCONCELOS, C. C. (2009). Ensino-aprendizagem da matemática: velhos problemas, novos desafios. *Millenium*.
- ZABALA, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed.

## APÊNDICE A – PROJETOS

Os projetos contidos neste Apêndice foram desenhados na escala 1/50 e devem ser impressos em folhas tamanho A3 para permanecer com a escala correta.

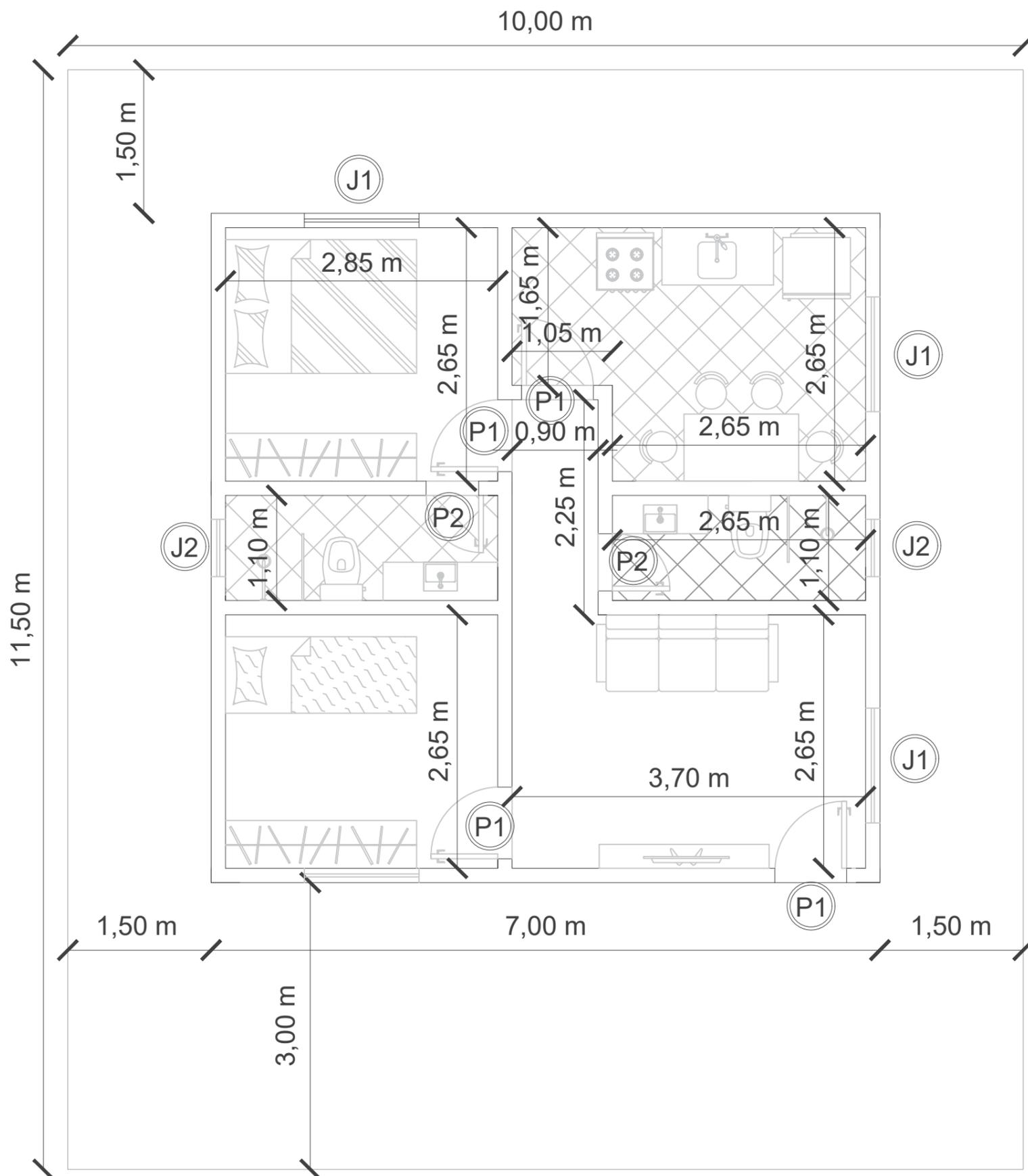
O projeto arquitetônico foi dividido em três partes:

- Projeto Arquitetônico – Parte 1 de 3: Planta baixa térrea, quadro de áreas e quadro de esquadrias;
- Projeto Arquitetônico – Parte 2 de 3: Fachadas;
- Projeto Arquitetônico – Parte 3 de 3: Planta de cobertura.

O projeto estrutural foi dividido em três partes:

- Projeto Estrutural – Parte 1 de 3: Planta de fundação;
- Projeto Estrutural – Parte 2 de 3: Planta de cobertura;
- Projeto Estrutural – Parte 3 de 3: Corte esquemático e detalhe fundação.

# PROJETO ARQUITETÔNICO 1/3



## QUADRO DE ÁREAS

ÁREA DO TERRENO	115,00 m <sup>2</sup>
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	49,00 m <sup>2</sup>
ÁREA DE COBERTA DO EDIFÍCIO	64,00 m <sup>2</sup>
ÁREA DE PERMEABILIZAÇÃO	66,00 m <sup>2</sup>
ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO	0.426
TAXA DE OCUPAÇÃO	42,61 %
TAXA DE PERMEABILIZAÇÃO	57,39 %
RECUO FRONTAL	3,00 m
RECUO LATERAL ESQUERDO	1,50 m
RECUO LATERAL DIREITO	1,50 m
RECUO DE FUNDO	1,50 m

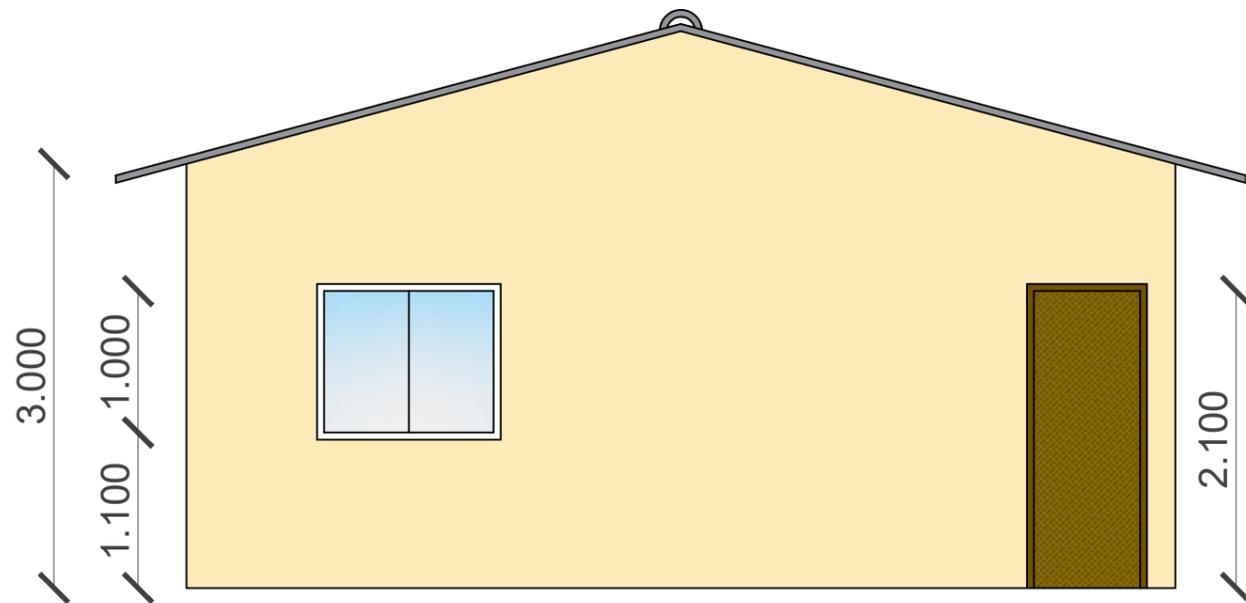
## QUADRO DE ESQUADRIAS

ESQ.	LARG.	ALT.	PEIT.	QUANT.	LOCALIZAÇÃO
PORTAS:					
P1	0.75	2.10	-	04	SALA, QUARTO 1 E 2 E COZINHA
P2	0.60	2.10	-	02	BANHEIRO 1 E 2
JANELAS:					
J1	1.20	0.60	1.10	04	SALA, QUARTO 1 E 2 E COZINHA
J2	0.60	0.60	1.10	02	BANHEIRO 1 E 2

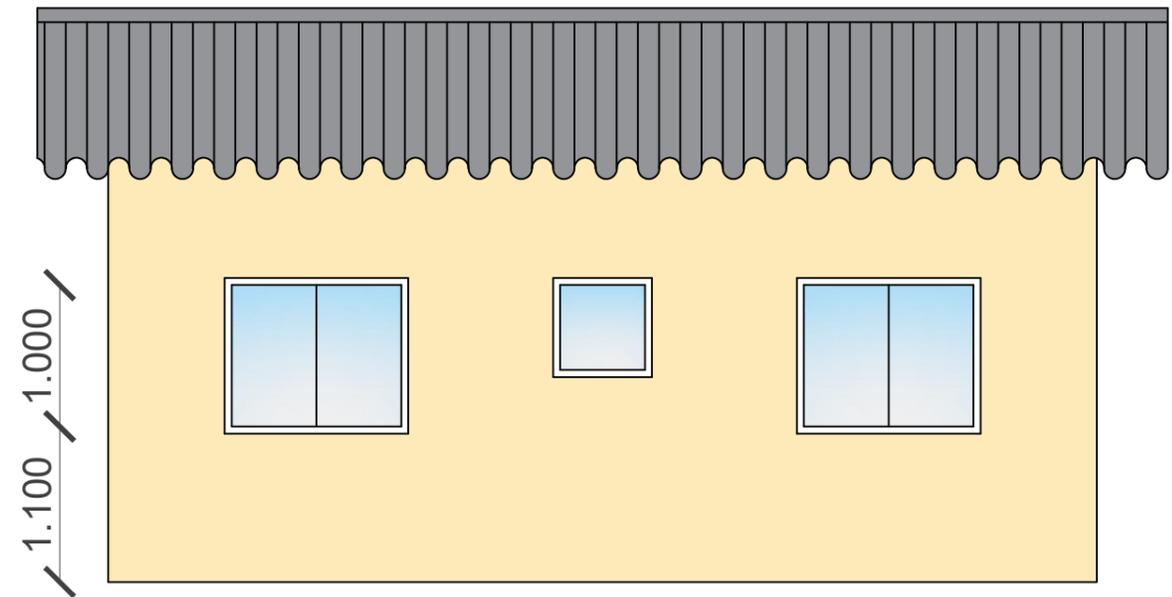
## PLANTA BAIXA TÉRREA

ESCALA 1:50

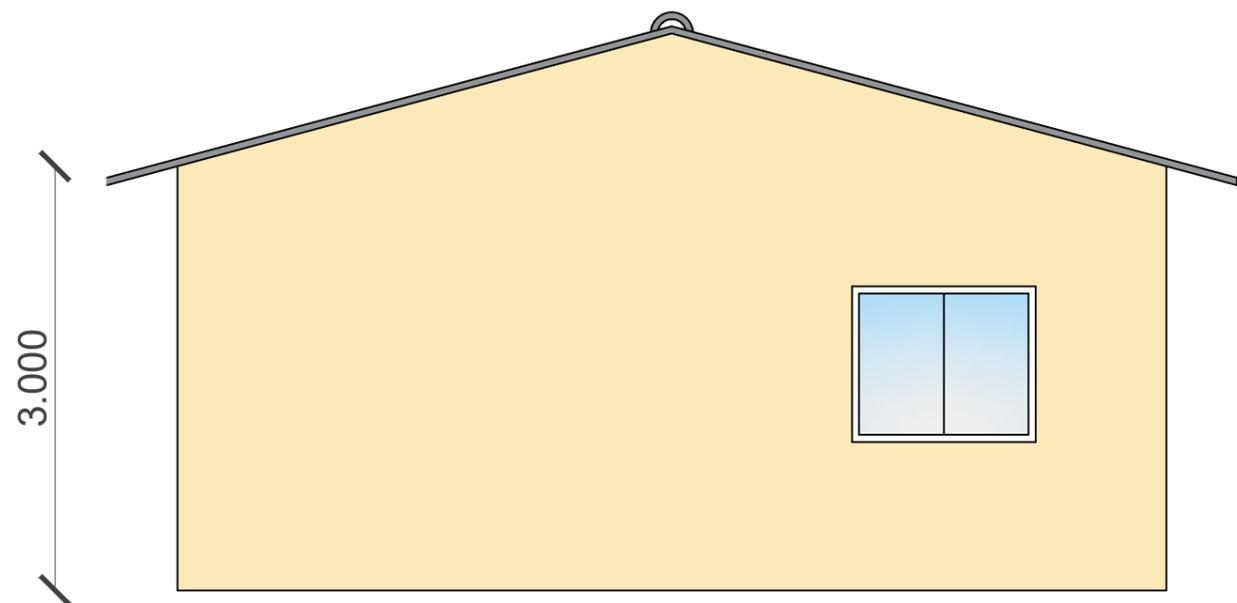
# PROJETO ARQUITETÔNICO 2/3



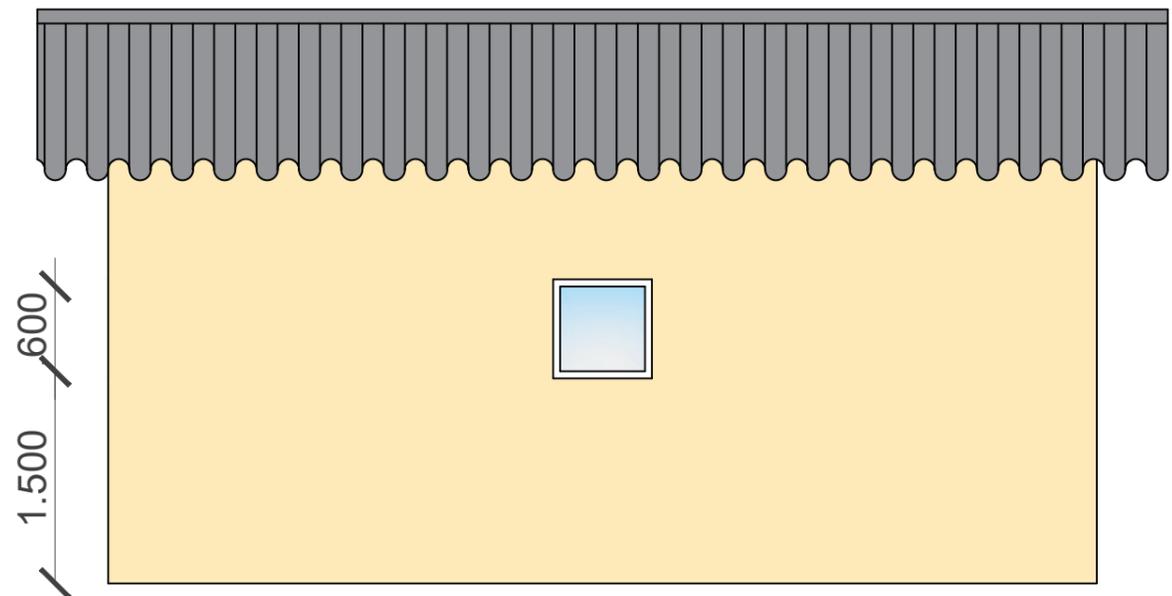
FACHADA FRONTAL



FACHADA LATERAL DIREITA



FACHADA POSTERIOR

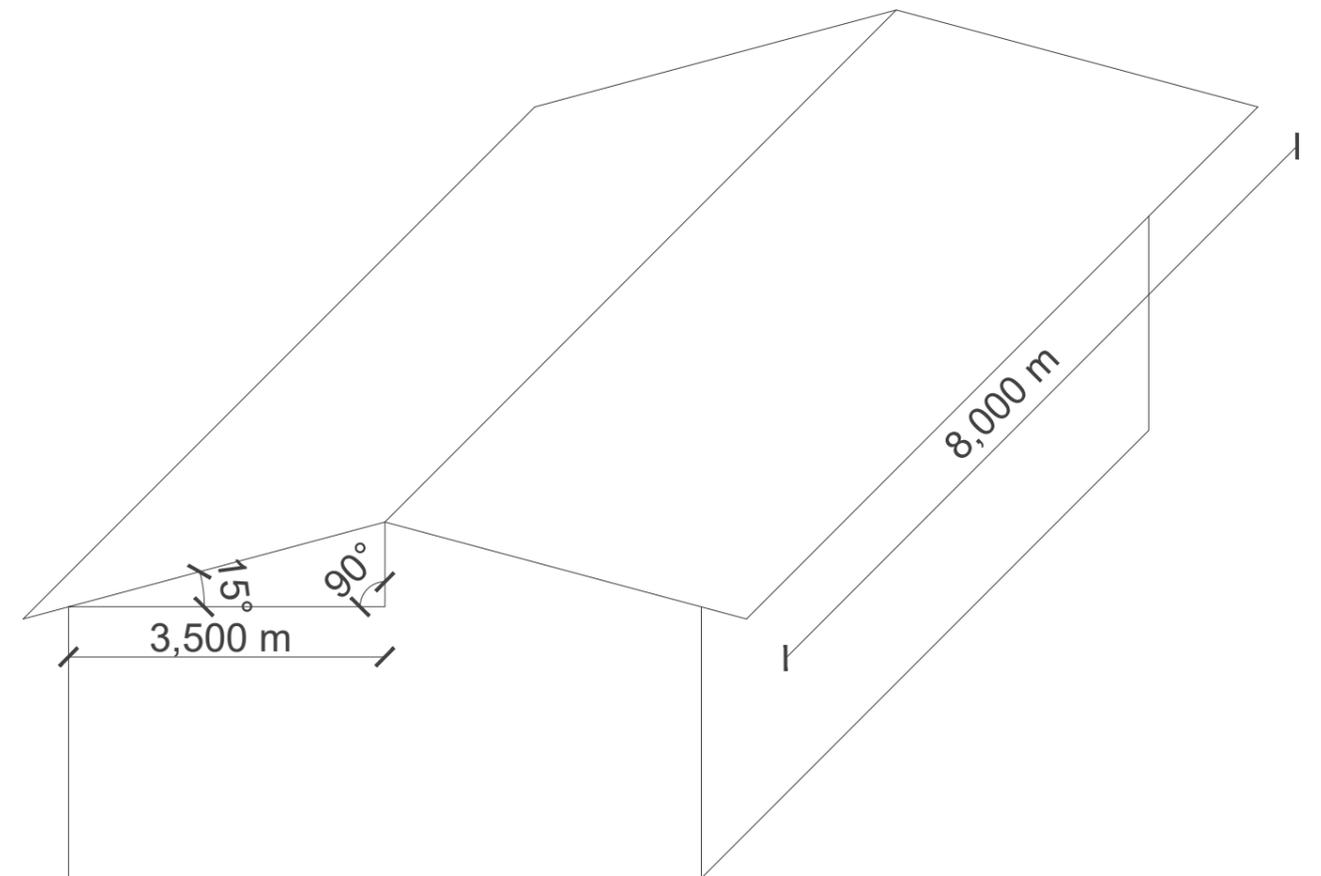
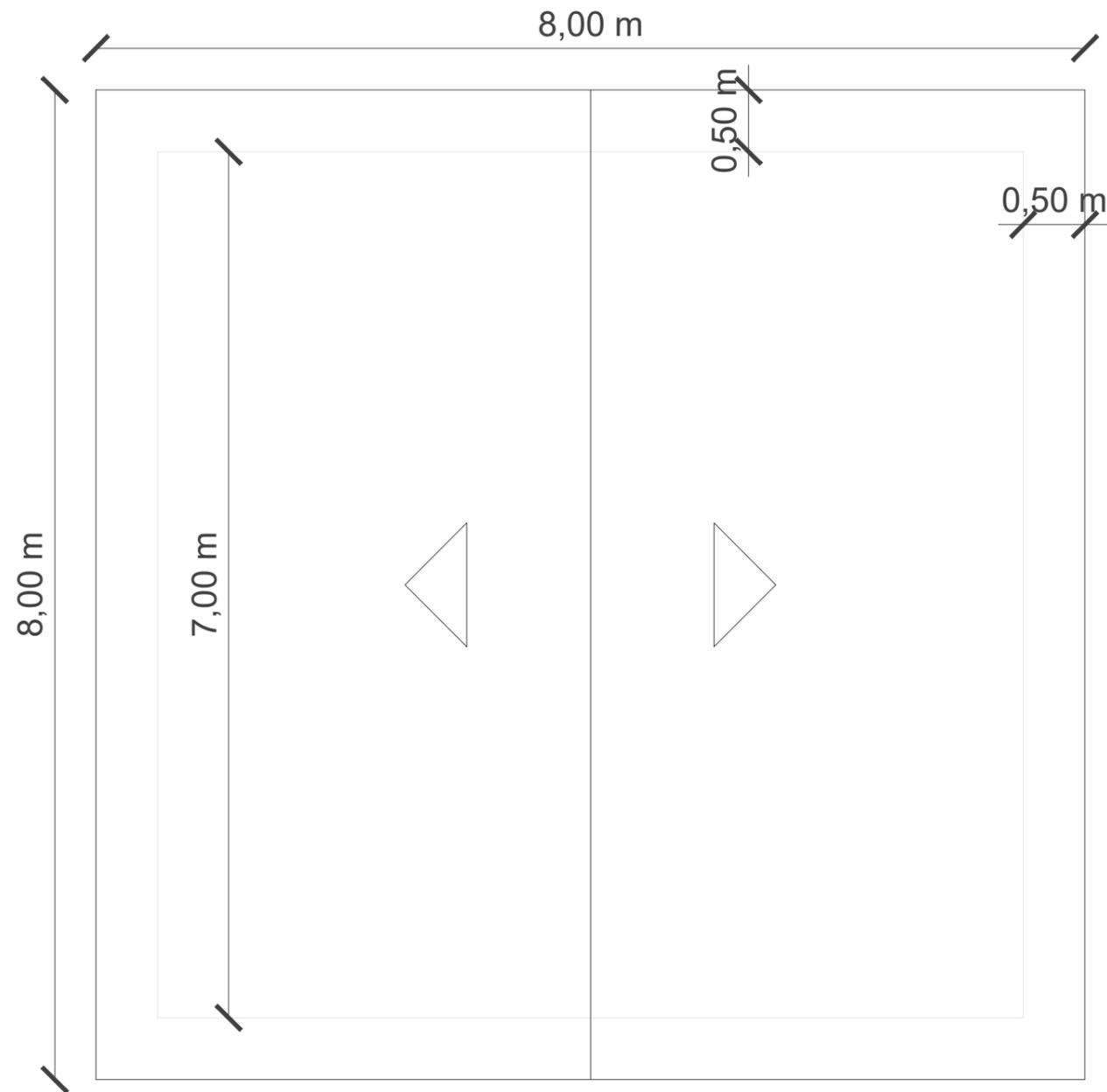


FACHADA LATERAL ESQUERDA

## FACHADAS

ESCALA 1:50

# PROJETO ARQUITETÔNICO 3/3



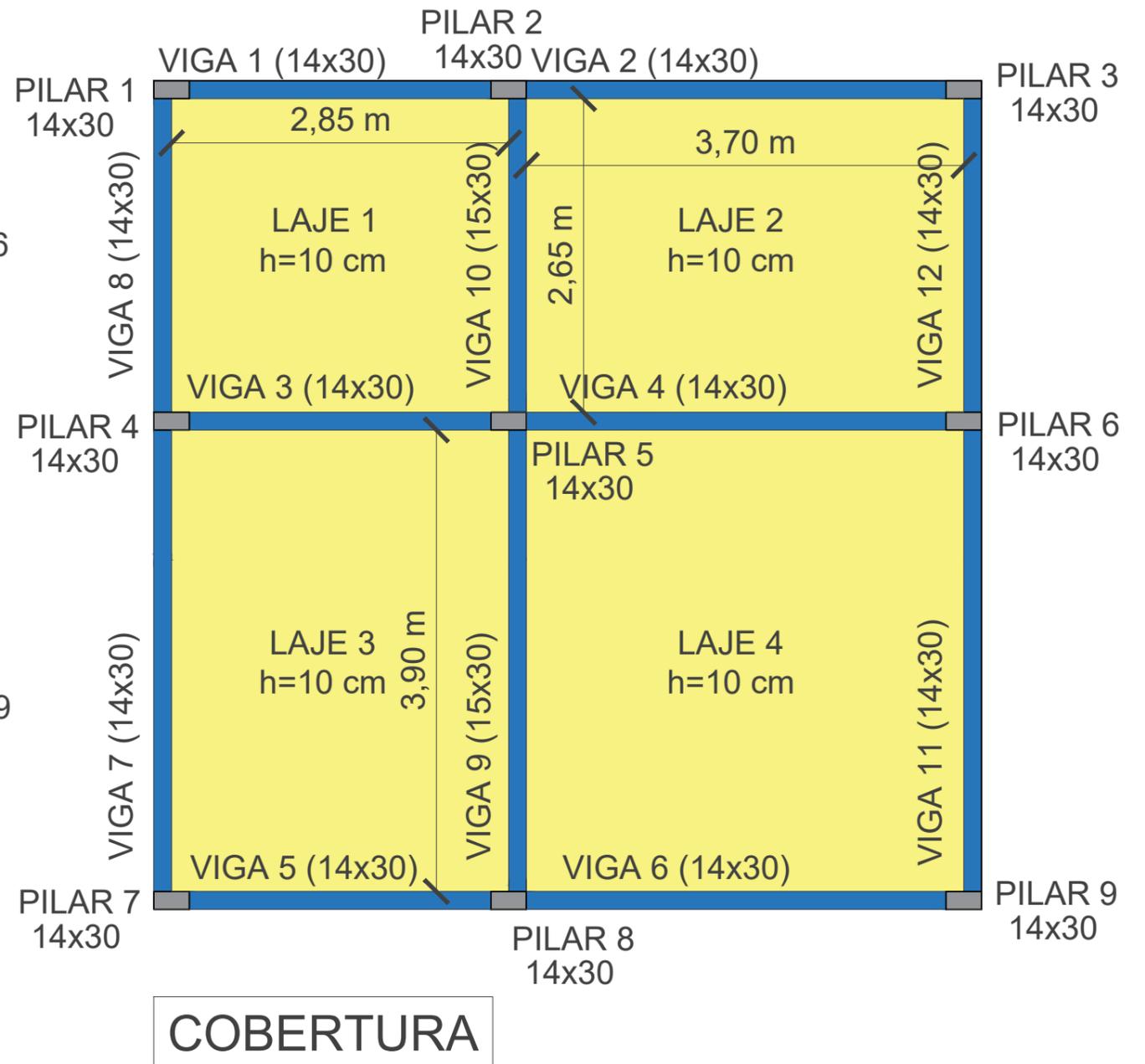
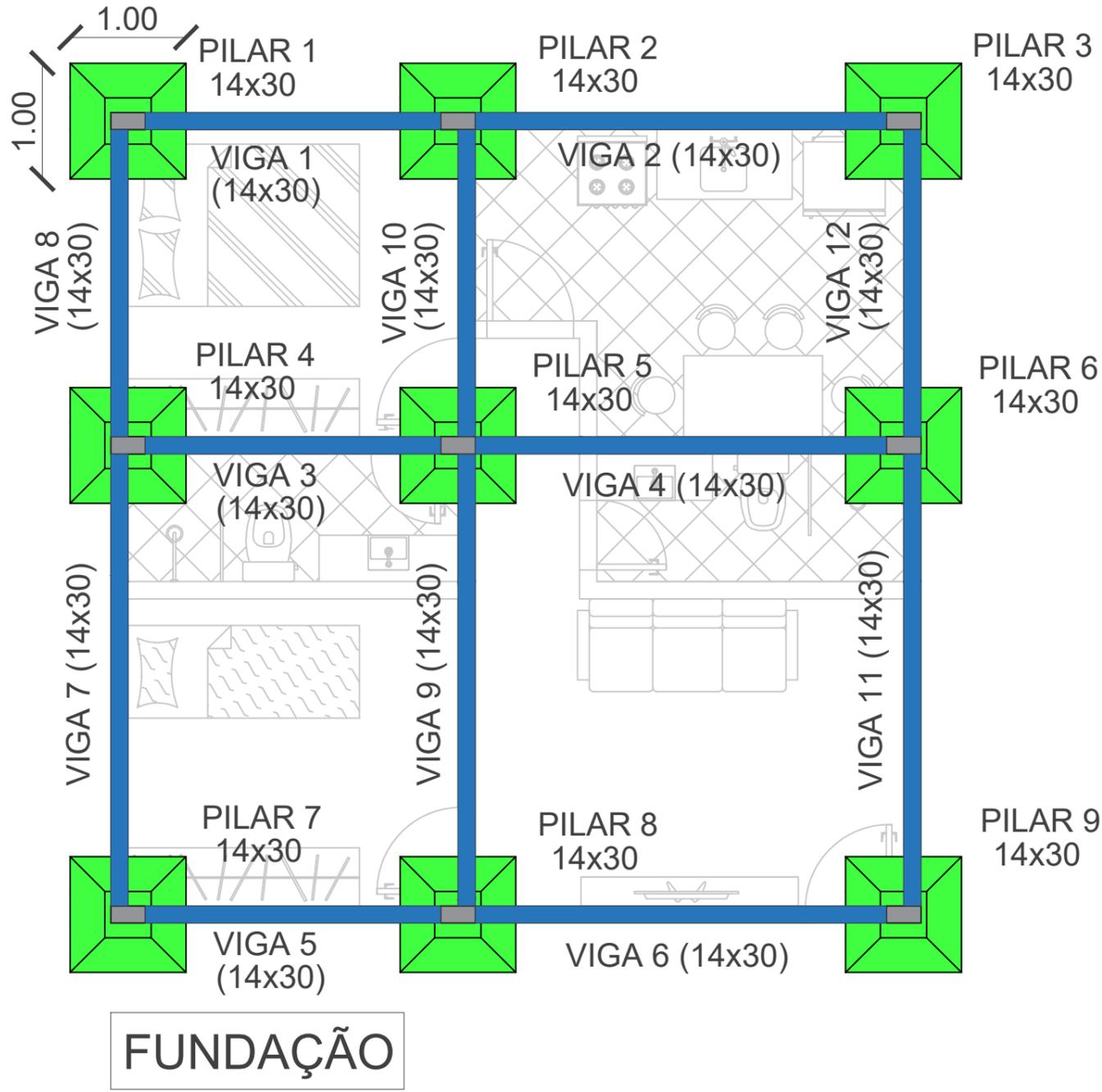
## PLANTA DE COBERTURA

ESCALA 1:50

# PROJETO ESTRUTURAL 1/2

LEGENDA

- PILAR
- VIGA/CINTA
- SAPATA
- LAJE



# PROJETO ESTRUTURAL 2/2

COBERTURA

FUNDAÇÃO

