



Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Matemática  
Programa de Mestrado Profissional  
em Matemática em Rede Nacional



Rony Anderson Santos Alencar

# **Uma proposta de modelagem matemática como estratégia de ensino-aprendizagem na EJA**

Brasília

2015

Rony Anderson Santos Alencar

## **Uma proposta de modelagem matemática como estratégia de ensino-aprendizagem na EJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Matemática da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

Universidade de Brasília - UnB  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Matemática  
Programa de Mestrado Profissional em  
Matemática em Rede Nacional

Orientador: Prof. Dr. Mauro Luiz Rabelo

Brasília

2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A368p Alencar, Rony Anderson Santos  
Uma proposta de modelagem matemática como  
estratégia de ensino-aprendizagem na EJA / Rony  
Anderson Santos Alencar; orientador Mauro Luiz  
Rabelo. -- Brasília, 2015.  
98 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em  
Matemática) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. Educação de Jovens e Adultos. 2. Modelagem  
matemática. 3. Maquete de casa. 4. Transposição  
didática. I. Rabelo, Mauro Luiz, orient. II. Título.

Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Matemática

# Uma proposta de modelagem matemática como estratégia de ensino-aprendizagem na EJA.

por

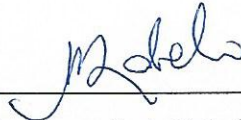
**RONY ANDERSON SANTOS ALENCAR**

*Dissertação apresentada ao Departamento de Matemática da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos do “Programa” de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, para obtenção do grau de*

**MESTRE**


Brasília, 15 de julho de 2015.

Comissão Examinadora:



---

Prof. Dr. Mauro Luiz Rabelo – MAT/UnB (Orientador)



---

Prof. Dr. Ricardo Ruviano – MAT/UnB



---

Prof. Dr. Edson Alves da Costa Júnior – FGA/UnB

*Dedico este trabalho aos meus pais, irmãs, filho e esposa.*

# Agradecimentos

Agradeço: a Deus, por ter me dado forças para prosseguir até o fim do mestrado; aos meus pais, por sempre me incentivarem nos meus estudos; a minha esposa e ao meu filho, pela compreensão dos momentos em que não pude estar mais presente; aos professores do Profmat, por todo o conhecimento adquirido; ao orientador Mauro Rabelo, pela atenção, paciência e motivação; ao coordenador Rui Seimetz, pela prontidão nos esclarecimentos.

# Resumo

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar e validar uma atividade de modelagem matemática como estratégia de ensino-aprendizagem em uma turma da 6ª etapa da Educação de Jovens e Adultos. Essa modalidade de ensino foi escolhida devido à pouca disponibilidade de material didático diferenciado voltado às necessidades desse alunado, principalmente aqueles que estimulam o aprendizado de conceitos matemáticos e colocam o aluno como sujeito do seu processo de aprendizagem. A atividade, elaborada na forma de transposição didática, constitui-se nas etapas do planejamento da construção de uma casa: planta baixa, planta de cobertura e maquete (modelo matemático da casa real). A justificativa da escolha do tema apoia-se na sua abrangência, o que possibilita o desenvolvimento dos conteúdos programáticos da série em questão, e no interesse da maioria dos alunos, que sonham em construir sua própria casa. Este trabalho ainda serve como material de pesquisa para outros professores de matemática que desejarem abordar essa temática em suas aulas, uma vez que contempla várias sugestões de atividades. Os saberes escolares foram trabalhados na medida em que se desenvolviam as etapas do planejamento da construção de uma casa, funcionando como ferramentas na resolução de uma situação-problema. Assim, percebeu-se maior envolvimento dos alunos na busca do domínio dos conhecimentos matemáticos, pois vislumbrava-se uma aplicação prática imediata de interesse deles. Já os saberes técnicos relacionados ao tema da atividade passaram por uma transposição didática, retirados de suas origens ligadas a Arquitetura e Engenharia Civil e transformados em objetos de ensino. Nessa parte do trabalho, o professor atuou também como pesquisador, característica necessária quando se elabora uma atividade de modelagem matemática. Conclui-se que a aprendizagem dos conceitos matemáticos ocorreu satisfatoriamente por meio dessa atividade de modelagem, uma vez que todas as etapas planejadas foram concluídas com êxito pelos alunos.

**Palavras-chave:** Educação de Jovens e Adultos. Modelagem Matemática. Maquete de casa. Transposição Didática.

# Abstract

This paper aims to present and validate an activity of mathematical modeling as a teaching and learning strategy in a class of 6th stage of the Youth and Adult Education. This type of education was chosen due to limited availability of differentiated teaching materials geared to the needs of these students, especially those that stimulate learning of mathematical concepts and put the students as subjects of their learning process. The activity, developed in the form of didactic transposition, is on the steps of planning the construction of a house, floor plan, roof plan and model (mathematical model of the royal house). The justification for the choice of theme relies on its scope, enabling the development of the syllabus of the series in question, and in the interest of most students, who dream of building their own home. This work also serves as research material for other math teachers who wish to address this issue in their classes, as it contemplates several suggestions for activities. The school knowledge have been worked to the extent that developed the planning stages of building a house, functioning as tools in solving a problem situation. Thus, we realized a greater involvement of students in search of the field of mathematical knowledge, because they saw an immediate practical application of their interest. The technical knowledge related to the topic of the activity went through a didactic transposition, taken from its origins linked to Architecture and Civil Engineering and transformed into teaching objects. At this part of the work, the teacher acted also as a researcher, necessary feature when designing an activity of mathematical modeling. It concludes that the learning of mathematical concepts occurred satisfactorily through this modeling activity, since all the steps planned were completed successfully by students.

**Keywords:** Youth and Adult Education. Mathematical modeling. Home mockup. Didactic Transposition.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Percepção do aluno em relação à disciplina de Matemática . . . . .	22
Figura 2 – Percepção do aluno em relação à utilidade dos conteúdos matemáticos no seu dia-a-dia . . . . .	22
Figura 3 – Motivação do aluno nas aulas de matemática . . . . .	23
Figura 4 – Plano secante horizontal . . . . .	27
Figura 5 – Planta baixa simplificada (vista da parte inferior após o corte horizontal)	27
Figura 6 – Representação de janela baixa . . . . .	28
Figura 7 – Representação de janela alta . . . . .	28
Figura 8 – Diferentes modelos de portas . . . . .	29
Figura 9 – Representação de uma porta de abrir . . . . .	29
Figura 10 – Boneca . . . . .	30
Figura 11 – Representação dos vãos de portas e janelas . . . . .	30
Figura 12 – Vão da alvenaria . . . . .	31
Figura 13 – Componentes da cotagem . . . . .	32
Figura 14 – Diferentes limites da linha de cota . . . . .	32
Figura 15 – Método 1 de cotagem . . . . .	33
Figura 16 – Método 2 de cotagem . . . . .	33
Figura 17 – Posicionamento de cotas . . . . .	33
Figura 18 – Cotagem em planta baixa de casa . . . . .	34
Figura 19 – Cotagem de medidas inferiores a 1 m . . . . .	34
Figura 20 – Alvenaria convencional . . . . .	35
Figura 21 – Alvenaria estrutural . . . . .	36
Figura 22 – Paredes de tijolo comum . . . . .	36
Figura 23 – Representação do tijolo comum . . . . .	37
Figura 24 – Representação do tijolo furado . . . . .	37
Figura 25 – Representação do tijolo laminado . . . . .	38
Figura 26 – Bloco de concreto . . . . .	38
Figura 27 – Representação dos elementos de um telhado – vista superior . . . . .	39
Figura 28 – Representação dos elementos de um telhado - perspectiva . . . . .	40
Figura 29 – Águas e oitões de um telhado . . . . .	40
Figura 30 – Tipos de telhados . . . . .	41
Figura 31 – Representação da inclinação de um plano do telhado . . . . .	42
Figura 32 – Tipos de telha . . . . .	43
Figura 33 – Inclinação de um telhado de acordo com o comprimento do vão – telha romana . . . . .	44
Figura 34 – Elementos da tesoura simples com asnas . . . . .	45

Figura 35 – Planta baixa inicial fora de esquadro . . . . .	48
Figura 36 – Alunos desenhando a planta baixa da sala de aula . . . . .	50
Figura 37 – Planta baixa da sala de aula . . . . .	50
Figura 38 – Representação das paredes de um cômodo na planta baixa final . . . . .	52
Figura 39 – Alunos desenvolvendo a planta baixa final da casa . . . . .	53
Figura 40 – Representação do pé direito . . . . .	56
Figura 41 – Área de parede a ser construída em um cômodo . . . . .	56
Figura 42 – Altura cumeeira – grupo 1 . . . . .	58
Figura 43 – Partes constituintes da maquete da casa . . . . .	59

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Dimensões das janelas. . . . .	28
Tabela 2 – Dimensões das portas. . . . .	30
Tabela 3 – Escalas usadas em desenhos técnicos. . . . .	31
Tabela 4 – Inclinação do telhado para cada tipo de telha. . . . .	45
Tabela 5 – Quantidade de tijolos por $m^2$ . . . . .	55
Tabela 6 – Gasto com tijolos por $m^2$ de parede construída. . . . .	55
Tabela 7 – Quantidade total de tijolos necessária e custo correspondente. . . . .	57

# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEC	Ministério da Educação
PROFMAT	Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
SEEDCE	Secretaria da Educação do Ceará
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

# Sumário

	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>1</b>	<b>MODELAGEM MATEMÁTICA</b> . . . . .	<b>18</b>
1.1	Etapas da modelagem matemática . . . . .	19
1.2	Prós e contras da modelagem matemática . . . . .	19
<b>2</b>	<b>DEMANDAS DA TURMA DA EJA EM RELAÇÃO AO ENSINO DE MATEMÁTICA</b> . . . . .	<b>21</b>
2.1	Apresentação da turma da EJA . . . . .	21
2.2	Análise das respostas ao questionário inicial . . . . .	21
2.3	O que dizem as diretrizes para a EJA? . . . . .	24
<b>3</b>	<b>PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO DE UMA CASA</b> . . . . .	<b>26</b>
3.1	Desenho de uma planta baixa técnica . . . . .	26
3.1.1	Representação das esquadrias na planta baixa . . . . .	28
3.1.2	Escala . . . . .	31
3.1.3	Cotagem . . . . .	31
3.2	Alvenaria da casa . . . . .	35
3.2.1	Tijolos utilizados na alvenaria convencional . . . . .	36
3.3	Telhado da casa . . . . .	38
3.3.1	Elementos de um telhado . . . . .	39
3.3.2	Planta de cobertura . . . . .	40
3.3.3	Inclinação das águas de um telhado . . . . .	42
3.3.4	Maquete do telhado . . . . .	44
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA</b> . . . . .	<b>46</b>
4.1	Planta baixa da casa . . . . .	46
4.1.1	Planta baixa preliminar . . . . .	47
4.1.2	Planta baixa final da casa . . . . .	51
4.1.3	Questões matemáticas relacionadas à planta baixa da casa . . . . .	54
4.2	Planta de cobertura . . . . .	57
4.2.1	Altura da cumeeira . . . . .	58
4.3	Maquete da casa . . . . .	59
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> . . . . .	<b>61</b>

	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>63</b>
<b>I</b>	<b>APÊNDICES</b>	<b>67</b>
<b>II</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>96</b>

# Introdução

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade da educação básica destinada ao atendimento a pessoas jovens, adultas e idosas que, ao longo da sua história, não iniciaram ou mesmo interromperam sua trajetória escolar em algum ou em diferentes momentos de sua vida. Conforme consta na Lei 9.394/96, ou Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, no caput do artigo 37, a EJA “[...] será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria”. (BRASIL, 1996, p. 15).

Essas pessoas, sujeitos de saberes constituídos nas experiências vividas/vivas, encontram-se à margem do acesso aos bens culturais, sociais, econômicos e de direitos. Pelos mais variados motivos, o retorno para a escola constitui uma possibilidade de aquisição do conhecimento formal com vistas à elevação da escolaridade, possibilidade de ascensão social e econômica ou à retomada de sonhos e projetos pessoais e coletivos interrompidos no passado. No entanto, a decisão de retorno à escola não é fácil de ser tomada e mantida. Requer uma luta interior de quebra de barreiras, preconceitos e paradigmas. Portanto, são sujeitos com tempos e espaços diferentes de aprendizagens e com patrimônio igualmente diverso de saberes e de valores culturais. Por isso, não é possível compreender o estudante da EJA sem conhecer sua trajetória, sua história e seus projetos futuros (DISTRITO FEDERAL, 2013).

Quanto à Matemática, o aluno da EJA carrega no seu “histórico escolar” uma impressão negativa, pois a considera uma disciplina de difícil compreensão. As razões dessa dificuldade são apontadas por Fonseca (2012, p. 21, grifo do autor):

O discurso sobre a *dificuldade* da Matemática, incorporado pelos alunos da EJA, mesmo pelos que iniciam ali sua experiência escolar, deixa-se, pois, permear por mais uma marca da ideologia, que faz com que sejam raras as alusões a aspectos sociais, culturais, didáticos, ou mesmo de linguagem ou da natureza do conhecimento matemático como eventuais responsáveis por obstáculos no seu aprendizado. Pelo contrário, os alunos (ecoando aí discursos veiculados ou sugeridos por educadores e pelas instituições educacionais) parecem devotar às limitações definidas por sua *idade avançada e inadequada ao aprendizado* – os percalços no fazer e no compreender matemáticos.

Dessa forma, este trabalho teve por motivação a necessidade de mudança dessa visão do aluno da EJA em relação a sua dificuldade no aprendizado de Matemática, mostrando-lhe que, por meio de uma atividade de modelagem matemática, os conceitos matemáticos podem ser compreendidos e sua impressão em relação à Matemática melhorada. Outra

motivação é decorrente da necessidade de material didático diferenciado que atenda às demandas da EJA, como salienta (FONSECA, 2012, p.19):

Mesmo que a escola e seus professores estejam imbuídos da disposição de elaborar e implementar um projeto pedagógico voltado especificamente para o público da EJA, enfrentarão os desafios próprios de uma seara pouco trilhada, ou trilhada com o suporte relativamente frágil de uma reflexão teórica ainda incipiente.

Além disso, Oliveira (1999) *apud* Fonseca (2012, p. 34) chama a atenção à inadequação dos procedimentos didáticos e das posturas pedagógicas trabalhadas na EJA, uma vez que são originalmente concebidas para crianças e adolescentes que percorreriam o caminho da escolaridade de forma regular. Assim, constrangimentos, perda da referência ou desinteresses manifestos ou mal disfarçados pelo aluno da EJA decorrem dessa inadequação e resultam “no afastamento (real ou atitudinal) do aluno dos palcos em que se desenvolvem as cenas do ensino-aprendizagem escolar.” (FONSECA, 2012, p. 34).

A escolha da modelagem matemática como alternativa pedagógica deve-se a experiências exitosas relatadas em outros trabalhos de dissertação do PROFMAT: Geometria, Modelagem e Código de Barras na Construção de Luminárias (FERNANDES, 2013); e Modelagem Matemática no Tratamento e na Distribuição de Água: Propostas para o Ensino de Matemática (OLIVEIRA, 2013).

Este trabalho visa mostrar ao aluno da EJA algumas relações da Matemática com outras áreas do conhecimento, a fim de estimular o interesse pelo seu estudo e, conseqüentemente, a aprendizagem. O objetivo principal é apresentar e validar uma atividade de modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem em uma turma da 6ª etapa da EJA. Como objetivos específicos incluem-se:

- Sugerir aos professores de Matemática da EJA a modelagem como uma alternativa pedagógica adequada;
- Analisar como a modelagem e as aplicações matemáticas estão referenciadas nas diretrizes para a EJA;
- Avaliar em que medida a atividade de modelagem matemática propicia o aumento da autoestima dos alunos da EJA para participar das aulas de Matemática e favorece a aprendizagem.

Resumidamente, este trabalho almeja responder à seguinte pergunta: a modelagem matemática contribui para o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos matemáticos no contexto da EJA?

A atividade de modelagem matemática objeto de estudo neste trabalho, realizada na turma da EJA, consiste no desenvolvimento das etapas do planejamento de uma casa: planta baixa, planta de cobertura e maquete. A escolha desse tema ocorreu durante



a pesquisa bibliográfica, e decorre do seu potencial para se desenvolver os conteúdos matemáticos da série em que o professor atua, no caso 6ª etapa do segundo segmento da EJA (correspondente ao 7º ano do ensino regular).

Os conhecimentos relativos ao desenho técnico e às recomendações da construção civil foram selecionados e adaptados às atividades que foram desenvolvidas pelos alunos. Nesse sentido, ocorreu o processo de transposição didática que consiste na adequação do saber científico a fim de que se torne um saber ensinado: o saber científico é desvinculado do problema e do contexto original de sua produção para permitir a reelaboração e reestruturação de um novo saber. Os conceitos matemáticos foram trabalhados dentro do contexto do planejamento de uma casa, e, nesse caso, houve uma transposição didática interna realizada pelo professor quando planeja e contextualiza sua aula e que resulta no saber ensinado.

Entretanto, restringir o processo de transposição didática às transformações dos saberes sábios em saberes ensinados desconsiderando o entorno sociocultural em que estes saberes estão inseridos é conceder importância máxima aos conteúdos. É possível verificar que na prática de ensino do professor há muito mais aspectos que o conteúdo em si mesmo. Não há como dissociar o saber a ensinar do contexto de relações em que estão inseridos professor e aluno (AGRANIONIH, 2001). Ao docente consciente da Transposição Didática, bem como do papel das práticas sociais de referência, cabe desenvolver metodologias para um ensino mais contextualizado e com conteúdos menos fragmentados, criando-se um ambiente reflexivo e criativo.

Esta pesquisa científica é classificada como: quantitativa, aplicada, exploratória e de campo. A abordagem é quantitativa, pois inicia-se com ideias preconcebidas da relação existente entre a modelagem matemática e a educação, utilizando-se procedimentos estruturados (atividades pré-elaboradas) e instrumentos formais para coleta de dados (questionários) (POLIT; BECK; HUNGLER, 2004) *apud* (GERHARDT; SILVERIA, 2009). Quanto à natureza, a pesquisa pode ser considerada aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática (modelagem matemática como alternativa pedagógica), dirigidos à solução de problemas específicos (aprendizagem de matemática na EJA) (POLIT; BECK; HUNGLER, 2004) *apud* (GERHARDT; SILVERIA, 2009). Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com a modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem de matemática na EJA (GIL, 2002). Além disso, quanto aos procedimentos, pode ser definida como de campo, pois é desenvolvida por meio da observação direta das atividades em uma turma da EJA, e o pesquisador tem experiência concreta com a situação de estudo (GIL, 2002).

Este trabalho foi organizado em cinco capítulos: o Capítulo 1 conceitua a modelagem e a modelação matemática, define as etapas da modelagem assim como seus prós e contras; o Capítulo 2 tem por objetivo mostrar que uma atividade de modelagem matemática

tem potencial para ser desenvolvida na EJA e, para tanto, foi aplicado e analisado um questionário em uma turma do segundo segmento da EJA (6ª etapa) e realizada uma pesquisa em publicações do Ministério da Educação e da Secretaria de Educação do Distrito Federal referentes à EJA; o Capítulo 3 retrata a primeira etapa do processo de modelagem matemática, que é a interação do tema, no caso as etapas do planejamento da construção de uma casa (planta baixa, planta de cobertura e maquete da casa); o Capítulo 4 aborda a segunda etapa, definida como matematização: ocorre a formulação e a resolução da situação-problema, com a descrição das atividades que foram desenvolvidas na turma da EJA; e o Capítulo 5 trata das considerações finais e da última etapa do processo de modelagem matemática que é a interpretação e validação do modelo proposto.

# 1 Modelagem Matemática

A Matemática é uma ciência que constrói seus próprios objetos de estudo, sendo por isso um saber abstrato por excelência. Muitos alunos a consideram uma disciplina difícil por não serem capazes de entender a origem e a finalidade dos conceitos matemáticos que estudam. O professor pode tornar essa disciplina mais interessante na medida em que insere os conceitos matemáticos no contexto dos problemas que lhes deram origem, aproximando-os da realidade, e constrói juntamente com o aluno o conhecimento matemático. O professor deve trabalhar o conhecimento matemático na ordem de seu desenvolvimento histórico, e não discutir apenas o resultado final conhecido no livro didático. Consiste em fazer uso em sala de aula da história e da modelagem matemáticas (ROQUE; CARVALHO, 2012).

Segundo Bassanezi (2009, p. 16) “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”. Trata-se de olhar a Matemática relacionada com as outras áreas do conhecimento humano e utilizar-se dessa ligação para melhor compreensão da realidade em que se vive. Nessa perspectiva, a modelagem matemática pode ser utilizada como uma estratégia para o ensino e aprendizagem de Matemática sendo, então, denominada Modelação Matemática (modelagem em Educação).

A modelação matemática entende que o processo de ensino-aprendizagem de Matemática não é a simples transmissão pelo professor do conhecimento científico acumulado ao longo do tempo e a reprodução pelo aluno do que lhe foi transmitido, mas, muito mais do que isso, o aluno deve, sempre que possível, saber o porquê e para que está estudando determinado conteúdo. Trata-se de estabelecer relações entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar nas aulas de Matemática. A Matemática deve ter um contexto, seja ela teórica ou aplicada, e esse contexto quanto mais próximo do cotidiano do aluno melhor, pois será mais um fator estimulante ao aprendizado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não se dá de maneira vertical, mas, sim, é o resultado da interação entre o aluno, o professor, o conteúdo matemático e a situação problema proposta.

Com a modelação matemática, o conteúdo programático da disciplina é desenvolvido a partir de um tema gerador e da criação pelo aluno do seu modelo matemático, que é “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado.” (BASSANEZI, 2009, p. 20)

## 1.1 Etapas da modelagem matemática

A modelagem matemática de uma situação ou problema real é eficiente quando permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender a situação estudada. Para tanto, deve ser desenvolvida seguindo-se as etapas: interação, matematização e modelo matemático (BIEMBENGUT; HEIN, 2014).

A interação é a etapa de reconhecimento da situação-problema por meio do seu estudo. A etapa seguinte, matematização, consiste na tradução da situação-problema para a linguagem matemática. Nesse momento são levantadas as hipóteses, definidas as variáveis e constantes, e, por fim, construído o modelo matemático. Na última etapa, o modelo é avaliado: verifica-se se ele representa razoavelmente a situação analisada, e, caso isso não ocorra, o processo de modelagem deve ser retomado na segunda etapa, reconsiderando-se as hipóteses, variáveis e constantes (BIEMBENGUT; HEIN, 2014). Durante a realização de uma atividade de modelagem matemática, não necessariamente as etapas serão seguidas na ordem descrita acima, e, de acordo com Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 17), “constantes movimentos de ‘ida e vinda’ entre essas fases caracterizam a dinamicidade da atividade”.

A modelagem matemática no ensino segue as mesmas etapas descritas anteriormente. Na interação, o tema é estudado não somente com a exposição do professor, mas também com a troca de conhecimentos entre o professor e o aluno. A matematização é a etapa de desenvolvimento do conteúdo programático necessário para o tratamento da situação-problema. Outros exercícios, relacionados ou não com o problema estudado, podem ser abordados com a finalidade de verificação da aprendizagem dos conceitos matemáticos apresentados pelo professor. Ainda nessa etapa, os alunos se utilizam dos conceitos apreendidos para a resolução da situação-problema e construção do modelo matemático. Finalmente, o modelo é avaliado pelo professor e pelos próprios alunos no sentido de averiguar se o mesmo corresponde a uma representação do objeto estudado, caso contrário, precisa ser modificado. Nessa última etapa é interessante divulgar os trabalhos realizados para a comunidade escolar, com o intuito de valorizar a produção dos alunos.

## 1.2 Prós e contras da modelagem matemática

De acordo com Biembengut (2014, p. 27):

A defesa pela modelagem como método de ensino de matemática na Educação formal tem aumentado a cada dia. Uma razão é pelo fato de propiciar ao estudante: fazer uso da matemática para compreender uma situação ou resolver um problema das ciências da natureza ou humana que ele tem interesse; aprender melhor os conceitos matemáticos frente à aplicabilidade; estimular a criatividade na formulação e resolução de problemas; discernir valores e concepções dos antepassados; valorizar as competências das culturas sociais, e realizar pesquisa científica.

Outro ponto positivo da modelagem matemática em sala de aula diz respeito à cooperação entre os alunos e entre professor e alunos:

Quando os alunos trabalham juntos com o mesmo objetivo e produzem um produto ou solução final comum, têm a possibilidade de discutir os méritos das diferentes estratégias para resolver um mesmo problema e isso pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos conceitos envolvidos. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 33).

Alguns obstáculos que devem ser enfrentados com a utilização da modelação matemática são: maior tempo de trabalho pelo professor no planejamento da aula, já que o tema desenvolvido deve ser estudado; adequação do modelo matemático a ser construído ao currículo estabelecido legalmente; possibilidade de não cumprimento de forma integral do currículo da disciplina, uma vez que a aula caminha em ritmo mais lento, pois os alunos são mais responsáveis na dinâmica do processo de ensino e aprendizagem; desinteresse pelo tema abordado por parte de alguns alunos (BASSANEZI, 2009).

O que mais importa na modelagem matemática no ensino não é a obtenção de um bom modelo, mas sim o processo de interação do aluno com a sua realidade e com o conhecimento matemático, e sua análise crítica do fenômeno modelado. Conforme diz Bassanezi (2009, p. 177), “a Modelagem Matemática utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem é um dos caminhos a ser seguido para tornar um curso de Matemática, em qualquer nível, mais atraente e agradável”.

## 2 Demandas da turma da EJA em relação ao ensino de Matemática

Este capítulo tem por objetivo mostrar que uma atividade de modelagem matemática tem potencial para ser desenvolvida na EJA. Para tanto foi aplicado (APÊNDICE A) e analisado (APÊNDICE B) um questionário, no início do 1º semestre letivo do ano de 2015, em uma turma do segundo segmento da EJA (6ª etapa) de um Centro de Ensino Educacional da rede pública de ensino do Distrito Federal pertencente à Coordenação Regional de Ensino do Gama, e realizada uma pesquisa em publicações do Ministério da Educação e da Secretaria de Educação do Distrito Federal referentes à EJA.

### 2.1 Apresentação da turma da EJA

A turma continha no início do semestre letivo 15 alunos (quantidade de respondentes do questionário), sendo que esse número chegou ao máximo de 18, e, no final do semestre letivo, eram 13 alunos. A média de idade dos respondentes era 26 anos. O turno das aulas era noturno e a carga horária de Matemática era de 5 horas-aula de 40 minutos cada.

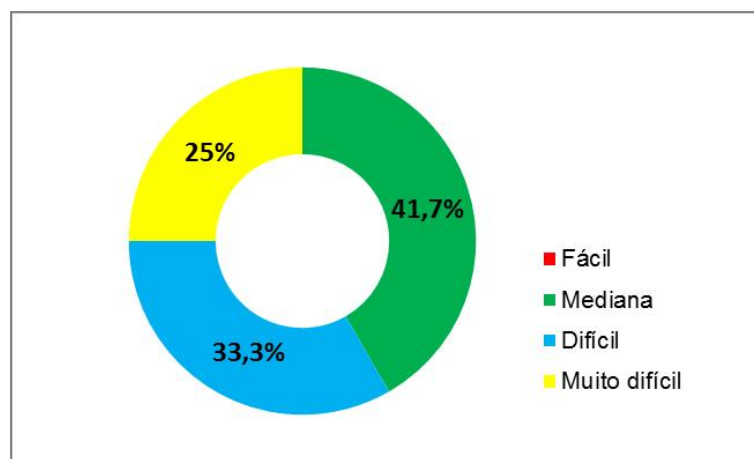
A mesma turma que respondeu ao questionário referido acima realizou posteriormente a atividade de modelagem matemática. A escolha da turma da 6ª etapa é decorrente da melhor adequação curricular ao trabalho proposto. Isso não quer dizer que conteúdos de outras etapas (5ª e 7ª etapas) não foram desenvolvidos na medida em que se fizeram necessários.

### 2.2 Análise das respostas ao questionário inicial

Quando perguntados sobre o grau de dificuldade de compreensão dos conteúdos matemáticos (questão 1), a maioria (58,3%) dos alunos afirmou que a Matemática é uma disciplina difícil (33,3%) ou muito difícil (25%). Nenhum deles afirmou que a Matemática é uma disciplina fácil (Figura 1).

Entre os que apontaram que a Matemática é uma disciplina muito difícil, vale a pena comentar a justificativa de um aluno: “a minha mente é muito fechada para a Matemática”. Depreende-se então que o aluno não tem uma pré-disposição para assimilar novos conhecimentos matemáticos, talvez decorrente de expectativas frustradas em aulas de Matemática do passado.

Figura 1 – Percepção do aluno em relação à disciplina de Matemática

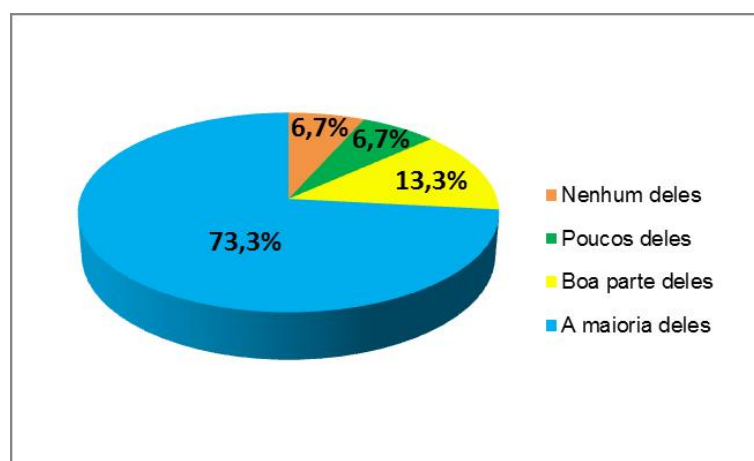


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os respondentes à questão 2 revelaram que a dificuldade de aprendizagem em Matemática está relacionada principalmente com o próprio aluno (61,5%), que tem interesse de aprender, porém não tem tempo para estudar em casa. Essa é uma realidade de alunos da EJA, grande parte trabalha durante o dia e não tem tempo para realizar atividades extraclasse.

Os alunos apontaram que a maioria dos conteúdos matemáticos ensinados na escola tem utilidade no seu dia-a-dia (73,3% dos respondentes à questão 3 - Figura 2):

Figura 2 – Percepção do aluno em relação à utilidade dos conteúdos matemáticos no seu dia-a-dia



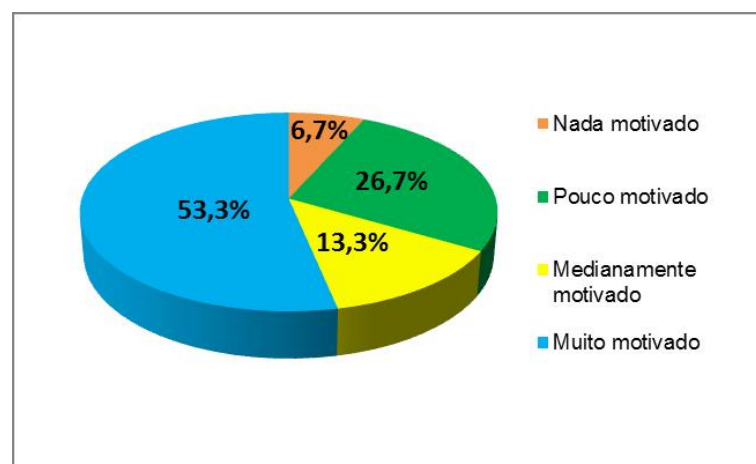
Fonte: Elaborado pelo autor.

Porém, quando foram solicitados a exemplificar duas situações práticas que confirmem a aplicação da Matemática (questão 4), apenas 26,7% deles descreveram duas situações, enquanto mesmo percentual de alunos deixou essa questão em branco. Todas as descrições se relacionavam a movimentações financeiras: pagamento de contas da casa,

compras no supermercado e definição do troco. A exceção ficou por conta de duas situações relatadas por alunos diferentes: um relacionou a Matemática com a determinação da área de uma casa que se deseja construir, e outro com a dosagem de medicamentos e medições da pressão arterial e temperatura corporal. Percebe-se, então, uma limitação no conhecimento do aluno quanto às aplicações práticas da Matemática, talvez advinda de uma didática em sala de aula que supervaloriza o método de resolução de exercícios de determinado conteúdo matemático em contextos acadêmicos abstratos em detrimento da sua possível aplicação em contextos ligados à realidade do aluno.

A maioria dos alunos (53,3%) afirmou que se sente muito motivado nas aulas de Matemática (questão 5), o que corresponde ao dobro dos que disseram se sentir pouco motivados (Figura 3).

Figura 3 – Motivação do aluno nas aulas de matemática



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as razões apontadas pelos que se sentem muito motivados apresenta-se: “porque aprendo a fazer contas”, “porque a Matemática está em todo lugar” e “porque aprender Matemática é muito importante no nosso dia a dia”. A primeira justificativa reforça o resultado obtido na questão anterior, ou seja, a visão da utilidade dos conhecimentos matemáticos relacionada apenas às operações elementares. Já as outras justificativas confirmam o que foi constatado na questão 3, ou seja, os alunos consideram que a maioria dos conteúdos matemáticos ensinados na escola tem utilidade no dia-a-dia.

A questão 6 revelou a importância de se estudar em Matemática não somente situações-problema teóricas, situadas dentro do campo da própria Matemática, mas também situações-problema aplicadas, relacionadas com outras áreas do conhecimento (40% dos respondentes assinalaram essa alternativa).

As sugestões descritas pelos alunos para tornar o aprendizado de Matemática mais agradável e estimulante (questão 8) demonstram a necessidade de mudança na forma tradicional de se ensinar, baseada em aulas expositivas seguidas de atividades do livro



didático. Alguns dos relatos que confirmam essa ideia são: a aula “poderia ser realizada com diversões, como jogos matemáticos e brincadeiras”; e, “alguns professores deveriam explicar a matéria com mais calma, e não só escrever no quadro”. Na mesma linha de pensamento estão as descrições de uma boa aula de Matemática que o aluno teve (questão 9). Duas delas referem-se ao uso do material dourado em sala de aula: “o meu professor antigo foi me mostrando em blocos de madeira a forma de se multiplicar”; e eu “tinha muitas dificuldades de aprender Matemática, consegui aprender com cubos de dezenas, centenas e unidades, tudo foi brincando”. E outras duas dizem respeito a jogos: “tive uma aula que a gente fez umas brincadeiras bem legais de Matemática com dados grandes”; e “a professora do quarto ano fez um bingo com perguntas de multiplicação e divisão”.

Percebe-se que uma estratégia para o sucesso das aulas de Matemática é a contextualização. Quanto mais próximos estiverem o conhecimento escolar e os contextos presentes na vida pessoal do aluno e no ambiente em que ele vive, mais o conhecimento terá significado, sendo que essa aproximação é possível de ser feita com atividades de modelagem matemática. Tal fato é confirmado por Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 30):

Uma hipótese subjacente à proposta de Modelagem na Educação Matemática é que a abordagem de questões reais, oriundas do âmbito de interesses dos alunos, pode motivar e apoiar a compreensão de métodos e conteúdos da matemática escolar, contribuindo para a construção de conhecimentos bem como pode servir para mostrar aplicações da Matemática em outras áreas de conhecimento.

Infere-se que os alunos não discutem a importância da Matemática no currículo escolar, já que se sentem motivados nas aulas, têm interesse de aprender e consideram que a maioria dos conteúdos tem utilidade no seu dia-a-dia. Assim, conforme afirma Fonseca (2012, p. 75, grifo do autor), “o questionamento dos educandos jovens e adultos pousa sobre os *modos de matematizar*, mas não sobre a importância de o fazer.”

## 2.3 O que dizem as diretrizes para a EJA?

Uma necessidade do aluno da EJA é ser constantemente incentivado nas aulas a não desistir da conclusão dos estudos. É sabido que a EJA tem elevado índice de evasão, mas “[...] o que surpreende e demanda investigação não é a evasão que esvazia as salas de aula ao longo do ano, mas justamente as razões da permanência daqueles alunos e daquelas alunas que prosseguem seus estudos.” (FONSECA, 2012, p. 74). Segundo o Parecer nº 11/2000 do Conselho Nacional de Educação, a permanência na escola do aluno da EJA ocorre:

[...] via ensino com conteúdos trabalhados de modo diferenciado com métodos e tempos intencionados ao perfil deste estudante. Também o

tratamento didático dos conteúdos e das práticas não pode se ausentar nem da especificidade da EJA e nem do caráter multidisciplinar e interdisciplinar dos componentes curriculares. (BRASIL, 2000, p. 58).

Nessa perspectiva, uma atividade de modelagem matemática é uma alternativa pedagógica com potencial de garantir a permanência do aluno da EJA na escola. Além disso, ela está relacionada à resolução de uma situação-problema, e, de acordo com a Proposta Curricular para a EJA elaborada pelo Ministério da Educação (MEC):

O trabalho com a metodologia de resolução de problemas favorece o aprendizado, pois engloba a exploração do contexto da situação, a possibilidade de desenvolver nos jovens e adultos atitudes de perseverança em busca de resultados, a capacidade de comunicar-se matematicamente e de utilizar processos de pensamento abstrato. (BRASIL, 2002, p. 64)

No contexto do Distrito Federal, outra necessidade da EJA é um material didático diferenciado que contemple a resolução de problemas e atenda às suas particularidades. Baseando-se nisso, a Secretaria de Educação do Distrito Federal afirma que:

É fundamental que o Profissional na EJA se posicione como um pesquisador/elaborador de projetos e materiais destinados à EJA com a finalidade futura de se instituir na rede as possibilidades de criação, elaboração e reprodução de materiais didáticos próprios e apropriados à modalidade no DF. (DISTRITO FEDERAL, 2013).

Dessa forma, esse trabalho consiste em uma proposta de estratégia de ensino-aprendizagem na EJA, uma vez que “[...] a EJA não pode sucumbir ao imediatismo que sufoca a estética, comprime o lúdico e impede a inventividade.” (BRASIL, 2000, p. 64).

## 3 Planejamento da construção de uma casa

Neste capítulo será apresentada a primeira etapa da atividade de modelagem matemática proposta aos alunos, buscando atingir um dos principais objetivos estabelecidos para este trabalho, que é dar maior significado aos conteúdos matemáticos ensinados no âmbito da educação de jovens e adultos, fazendo com que os estudantes passem a ser atores ativos de seu processo de aprendizagem. O contexto escolhido para o trabalho contempla, essencialmente, a elaboração da planta baixa, planta de cobertura e maquete de uma casa.

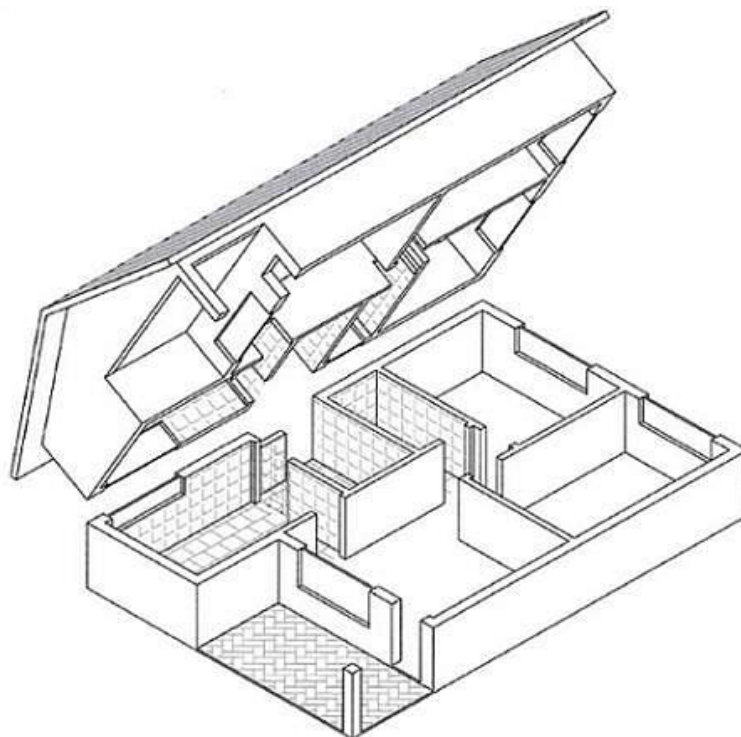
Em geral, a realização de uma atividade de modelagem matemática demanda muito tempo do planejamento da aula, o que, talvez, seja uma das justificativas de a maioria dos docentes optar pelo modelo tradicional de apenas explorar contextos escolares, presentes nos livros didáticos. Desse modo, decidiu-se trazer para este capítulo um material, fruto de objeto de investigação e estudo deste pesquisador, que servirá de apoio aos professores de Matemática que desejarem explorar conteúdos matemáticos por meio da participação ativa dos estudantes, envolvendo-os em um contexto prático de modelagem relacionada a algumas etapas do processo de planejamento da construção de uma casa simples. A pesquisa foi realizada em livros de desenho técnico e arquitetônico, normas da ABNT e sites especializados em construção de casas.

Os conhecimentos referentes ao desenho técnico e às recomendações da construção civil foram selecionados e adaptados à atividade de modelagem desenvolvida, ocorrendo portanto o processo de transposição didática. Tais conhecimentos não foram trabalhados de uma só vez. Houve alternância entre eles e os conhecimentos matemáticos necessários para a realização das atividades de modelagem.

### 3.1 Desenho de uma planta baixa técnica

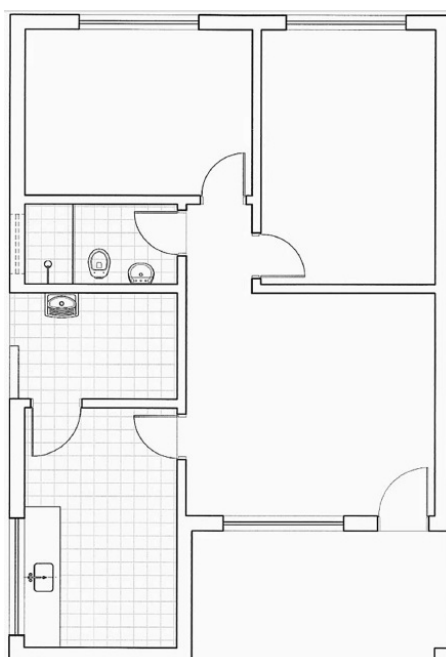
De acordo com a norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) nº 6492, de 1994, intitulada Representação de projetos de arquitetura, que tem por objetivo fixar as condições exigíveis para representação gráfica de projetos de arquitetura, visando à sua boa compreensão, entende-se por planta baixa ou de edificação “a vista superior do plano secante horizontal, localizado a, aproximadamente, 1,50 m do piso em referência.” (ABNT, 1994, p. 1). A Figura 4 a seguir ilustra esse plano secante, e a Figura 5 a planta baixa resultante da casa exemplificada:

Figura 4 – Plano secante horizontal



Fonte: Vizioli et al. (2009, p. 28).

Figura 5 – Planta baixa simplificada (vista da parte inferior após o corte horizontal)

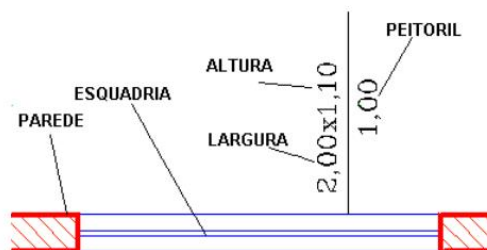


Fonte: Vizioli et al. (2009, p. 29).

### 3.1.1 Representação das esquadrias na planta baixa

Na planta baixa, a maneira de representar uma janela depende se o plano secante horizontal descrito acima a intercepta. Caso o peitoril de uma janela, que é a distância do piso acabado até a base inferior da janela, seja menor do que 1,50 m tem-se que o plano secante corta a esquadria e, nesse caso, a janela é dita baixa. Caso contrário, ou seja, o peitoril da janela é igual ou maior que 1,50 m, o plano não intercepta a janela, que é denominada alta. A Figura 6 ilustra a representação de uma janela baixa.

Figura 6 – Representação de janela baixa



Fonte: Fernandes (2009, p. 41).

O dimensionamento da janela também pode ser feito ao longo da esquadria, mas a ordem de escrita das dimensões é sempre a mesma: largura  $\times$  altura  $\times$  peitoril.

A representação de uma janela alta, como, por exemplo, a do banheiro (peitoril de 1,70 m a 1,90 m), é feita usando-se linhas tracejadas (Figura 7).

Figura 7 – Representação de janela alta



Fonte: Fernandes (2009, p. 43).

Em ambos os casos, janela baixa e alta, a representação é genérica e independe do modelo da esquadria.

Quanto ao dimensionamento das esquadrias, foi realizada uma pesquisa em lojas de material de construção e elaborado a Tabela 1 a seguir, que sugere algumas medidas de janelas encontradas no mercado.

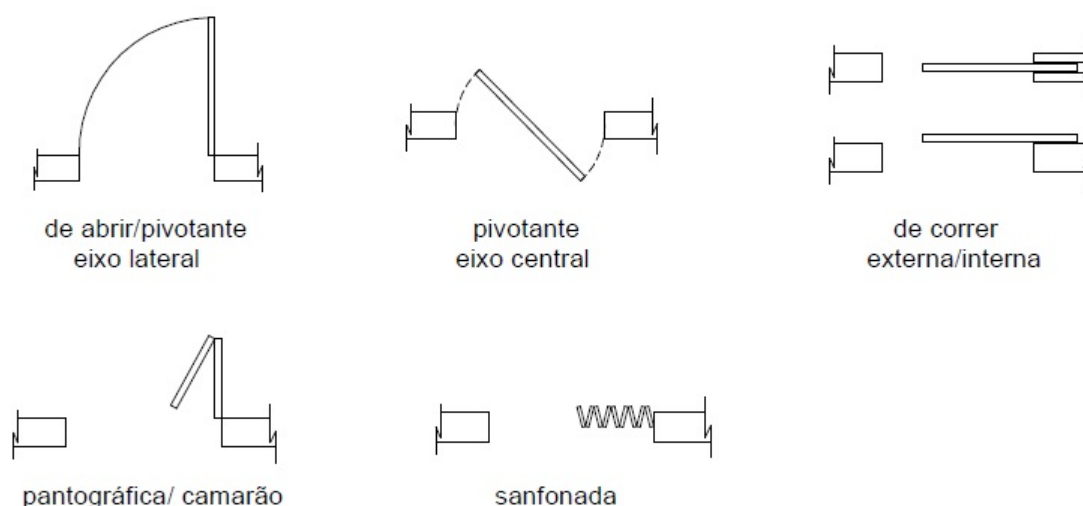
Tabela 1 – Dimensões das janelas.

<b>Largura(m)</b>	0,40	0,60	0,60	0,80	0,80	1,20	1,20	1,50	1,50	2,00	2,00
<b>Altura (m)</b>	0,40	0,40	0,60	0,60	0,80	1,00	1,20	1,00	1,20	1,00	1,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

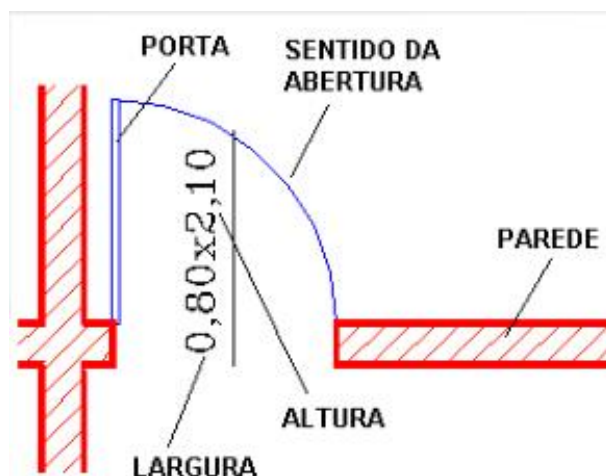
Já a representação das portas na planta baixa é feita de acordo com sua natureza: de abrir, de correr, pivotante, sanfonada e outras (Figura 8). Em qualquer caso, devem ser especificadas as dimensões da porta (largura  $\times$  altura, sempre nessa ordem) ao longo da sua folha, conforme Figura 9.

Figura 8 – Diferentes modelos de portas



Fonte: Schuler e Mukai (2009, p. 44).

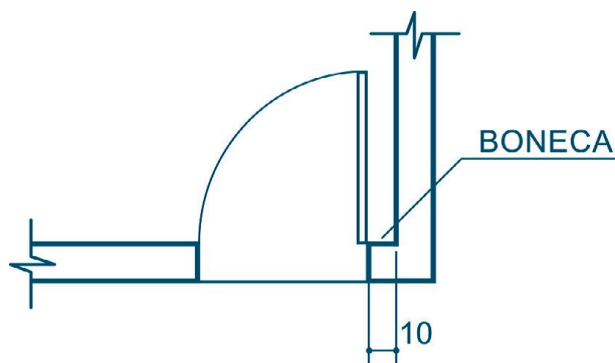
Figura 9 – Representação de uma porta de abrir



Fonte: Fernandes (2009, p. 87).

A Figura 9 também mostra um ponto que deve ser considerado na escolha da posição das portas: deve-se dar preferência ao canto do cômodo, a fim de se otimizar a sua área, e deixar, no mínimo, 0,10 m de parede (boneca) para fixação das guarnições. A boneca é a “saliência de alvenaria onde é fixado o marco das portas” (GOMES, 2012, p. 26), conforme indica-se na Figura 10.

Figura 10 – Boneca



Fonte: Gomes (2012, p. 26).

A Tabela 2 abaixo sugere algumas medidas (largura e altura) encontradas para portas no comércio.

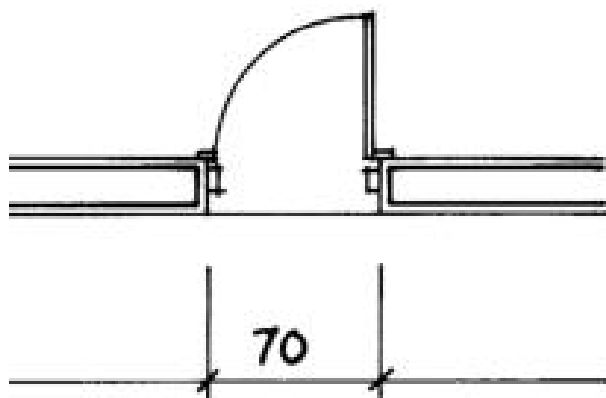
Tabela 2 – Dimensões das portas.

<b>Largura(m)</b>	0,60	0,70	0,80	1,60	2,00	2,50
<b>Altura (m)</b>	2,10	2,10	2,10	2,14	2,14	2,14

Fonte: Elaborado pelo autor.

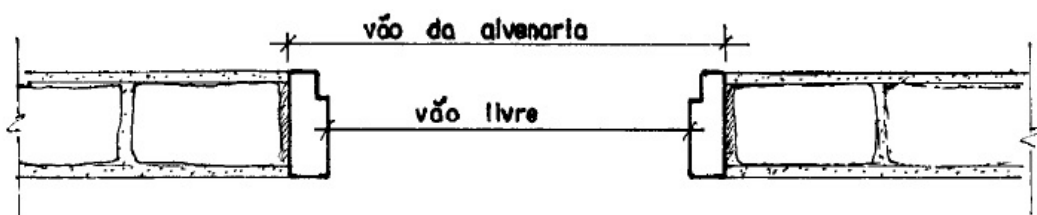
A dimensão dos vãos de portas e janelas coincide com o vão acabado pronto para receber as esquadrias (ABNT, 1994). Assim, por exemplo, se uma porta tem 70 cm de largura, o vão da alvenaria que é especificado no projeto também será de 70 cm (Figura 11), apesar de na realidade ser maior (Figura 12):

Figura 11 – Representação dos vãos de portas e janelas



Fonte: Abnt (1994, p. 16)(adaptado).

Figura 12 – Vão da alvenaria



Fonte: SEEDCE (2011, p. 58).

### 3.1.2 Escala

Segundo Bianchini (2011, p. 190), “escala é a razão entre um comprimento em um desenho (ou outra representação qualquer) e o correspondente comprimento real, expressos em uma mesma unidade de medida”. A norma da ABNT nº 8196/1999 fixa as condições exigíveis para o emprego de escalas e suas designações em desenhos técnicos. Conforme essa norma, a designação completa de uma escala deve consistir da palavra “ESCALA”, escrita na legenda da folha de desenho, seguida da indicação da relação:

- a) ESCALA 1 : 1, para escala natural;
- b) ESCALA  $X : 1$ , para escala de ampliação ( $X > 1$ );
- c) ESCALA 1 :  $X$ , para escala de redução ( $X > 1$ ).

O valor de  $X$  usado em desenhos técnicos está especificado na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Escalas usadas em desenhos técnicos.

Redução	Natural	Ampliação
1:2	1:1	2:1
1:5		5:1
1:10		10:1

Nota: As escalas desta tabela podem ser reduzidas ou ampliadas à razão de 10.

Fonte: Abnt (1999, p. 2).

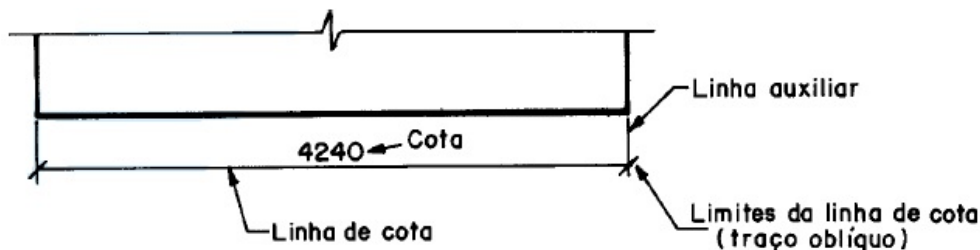
### 3.1.3 Cotagem

Apesar de a planta baixa da casa ser representada em escala, é necessário a representação numérica das suas medidas reais, o que é feito por meio da cotagem do desenho. De acordo com a norma da ABNT nº 10126/1987, que fixa os princípios gerais de cotagem a serem aplicados em todos os desenhos técnicos, a cotagem é a representação



gráfica no desenho da característica do elemento, através de linhas, símbolos, notas e valor numérico numa unidade de medida. As cotas representam sempre as dimensões reais do objeto e não dependem, portanto, da escala em que o desenho foi executado. Os elementos componentes da cotagem estão indicados na Figura 13.

Figura 13 – Componentes da cotagem



Fonte: Abnt (1987, p. 3).

Esses elementos são (ABNT, 1987):

- **linha de cota:** é a linha que contém a dimensão daquilo que está sendo cotado e na qual é posicionado o valor numérico da cota;
- **cota:** medida real do objeto cotado;
- **linha auxiliar de cotagem (ou de extensão):** é a linha que liga a linha de cota ao elemento que está sendo cotado e tem a função de delimitar o espaço a ser cotado;
- **limite da linha de cota (encontro da linha de cota e da linha de extensão):** é indicado por meio de seta (aberta ou fechada preenchida) ou traço oblíquo inclinado 45°. (Figura 14).

Figura 14 – Diferentes limites da linha de cota



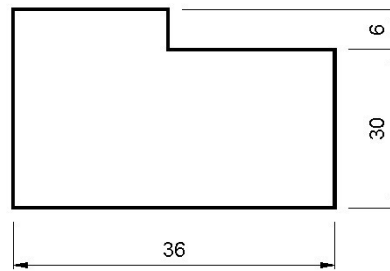
Fonte: Abnt (1987, p. 4).

Existem dois métodos de cotagem, mas somente um deles deve ser utilizado em um mesmo desenho (ABNT, 1987):

**a) método 1:** as cotas devem ser localizadas acima (sem tocar a linha de cota) e paralelamente às suas linhas de cotas e preferivelmente no centro das mesmas (Figura 15). É o método mais utilizado.

Observe que, na cotação vertical, a cota é escrita do lado esquerdo da linha de cota no sentido de leitura, de baixo para cima.

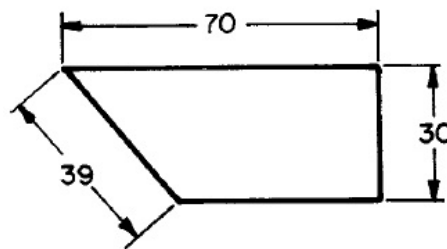
Figura 15 – Método 1 de cotagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

b) **Método 2:** as cotas devem ser lidas da base da folha de papel. As linhas de cotas devem ser interrompidas, preferivelmente no meio, para inscrição da cota (Figura 16).

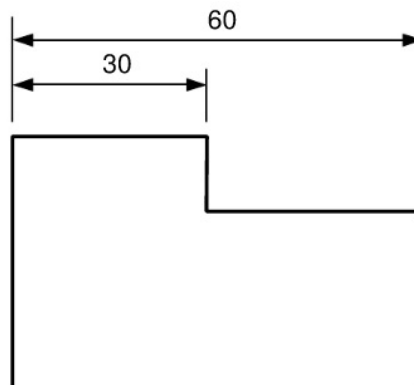
Figura 16 – Método 2 de cotagem



Fonte: Abnt (1987, p. 6).

Outros pontos que devem ser observados no desenho da planta são os seguintes: a espessura da parede deve ser cotada; as dimensões totais devem ser identificadas; e as cotas, sempre que possível, devem ficar na parte externa do desenho, sendo que as menores devem ficar mais próximas do contorno da figura, enquanto as maiores devem ficar mais afastadas (Figura 17).

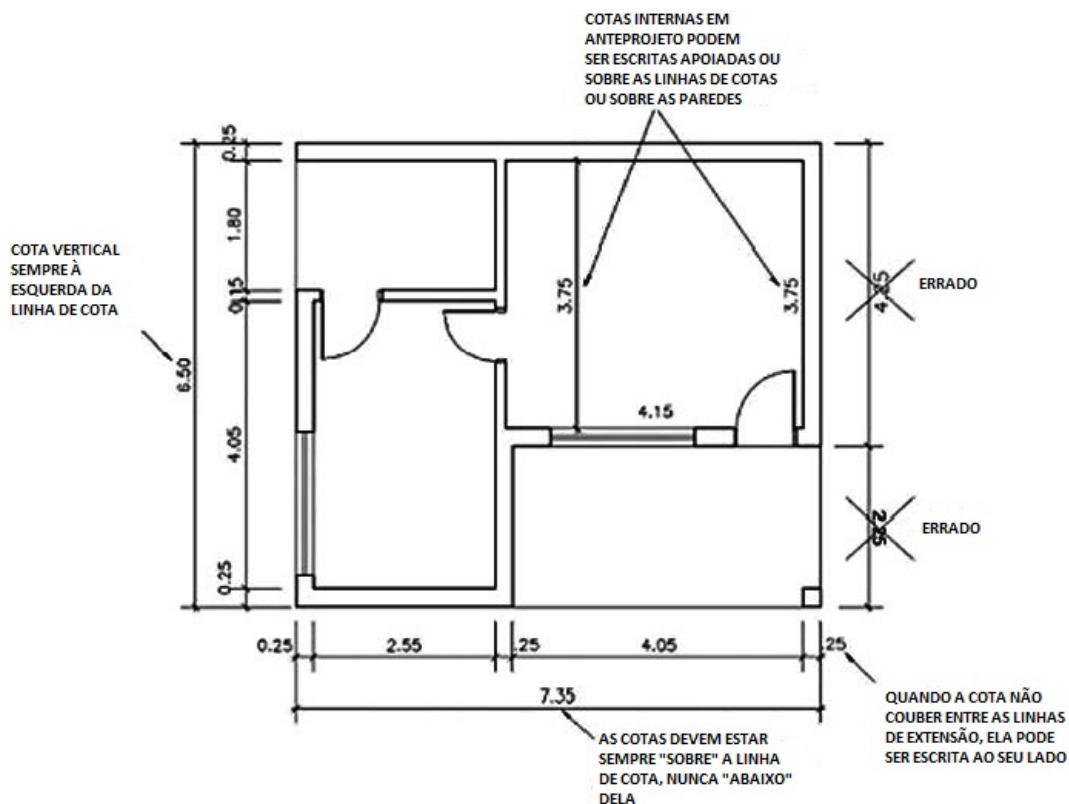
Figura 17 – Posicionamento de cotas



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 18 exemplifica a cotagem em planta baixa de uma casa utilizando-se o método 1.

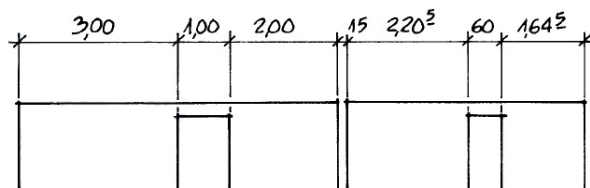
Figura 18 – Cotagem em planta baixa de casa



Fonte: Vizioli et al. (2009, p. 43).

Observe na Figura 18 que todas as medidas estão indicadas em metro(m) e uma das cotas é escrita dentro do desenho. No entanto, a norma 6492/1994 da ABNT, citada no início dessa seção, estabelece que as cotas devem ser indicadas em metro(m) para as dimensões iguais e superiores a 1 m e em centímetro (cm) para as dimensões inferiores a 1 m, e os milímetros(mm) devem ser indicados como se fossem expoentes, conforme o exemplo da Figura 19. Além disso, as cotas devem estar sempre fora do desenho, e, em último caso, ser colocadas internamente.

Figura 19 – Cotagem de medidas inferiores a 1 m



Fonte: Abnt (1994, p. 16).

Esses foram os conteúdos de desenho técnico estudados. Outros aspectos devem ser levados em conta na elaboração de uma planta baixa técnica, como, por exemplo o nível

dos cômodos, no entanto, o aprofundamento desse tema demandaria muito tempo e se distanciaria dos objetivos dessa atividade de modelagem matemática.

## 3.2 Alvenaria da casa

Após a confecção da planta baixa da casa, a próxima etapa da construção é o levantamento das paredes: a alvenaria. Segundo Ferreira (2000, p. 36), alvenaria é toda obra constituída de elementos como pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por argamassa. Quando se fala em alvenaria geralmente se pensa em paredes, mas a alvenaria também é usada em blocos de fundação, muros de arrimo e colunas.

Há dois sistemas construtivos: alvenaria de vedação (ou convencional) e alvenaria estrutural. A alvenaria de vedação não é dimensionada para resistir a ações além de seu próprio peso. A vedação vertical é responsável pelo fechamento da edificação e também pela compartimentação dos ambientes internos. Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA), é o método construtivo mais adotado no Brasil para obras residenciais: funciona como um “esqueleto” formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas, que possuem função estrutural e suportam o peso da obra, e paredes, que servem apenas para o fechamento e separação dos ambientes (Figura 20).

Figura 20 – Alvenaria convencional



Fonte: Ibda (2012).

Já na alvenaria estrutural, todas as paredes têm a função de suportar o peso da laje e da cobertura e, portanto, não há pilares e vigas. Evita-se ao máximo cortar os blocos, sendo que a parte hidráulica e elétrica da obra é realizada junto com seu assentamento (Figura 21).

O método construtivo considerado neste trabalho foi o da alvenaria convencional, por ser o mais utilizado no Brasil, como mencionado acima.

Figura 21 – Alvenaria estrutural



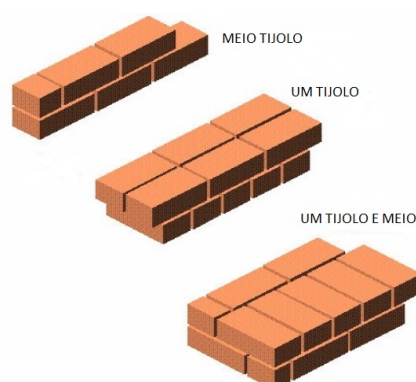
Fonte: Ibda (2012).

### 3.2.1 Tijolos utilizados na alvenaria convencional

De acordo com Campos (2010), os tijolos mais utilizados na alvenaria convencional são:

- **Tijolo de barro cozido** – Também chamado de “tijolinho”, “tijolo comum” ou “tijolo maciço”. É feito de argila e terra arenosa. As paredes feitas com tijolo comum se diferenciam pela espessura e maneira como os tijolos são assentados. Existem paredes de meio tijolo, um tijolo, um tijolo e meio e até de dois tijolos ou mais (Figura 22). É utilizado sem revestimento, ou seja, a alvenaria fica aparente. Como é muito poroso, precisa ser impermeabilizado para evitar infiltrações. Segundo o Ibda (2013), o tijolo comum proporciona conforto térmico e acústico para a casa, mas, por outro lado, é necessário grande número de tijolos para se construir um metro quadrado de parede. Por isso, os gastos com argamassa e mão-de-obra são maiores.

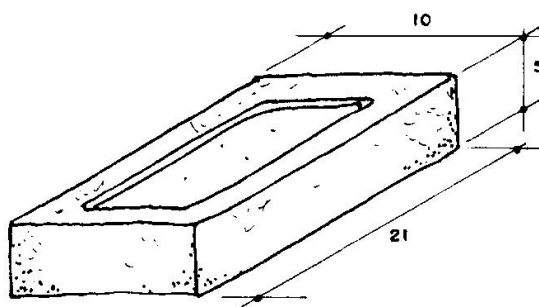
Figura 22 – Paredes de tijolo comum



Fonte: Rodrigues (2010)(adaptado).

Como existem diferentes modelos desse tijolo no mercado, foi definido o seguinte dimensionamento 21 cm × 5 cm × 10 cm (comprimento × altura × largura), conforme ilustrado na Figura 23.

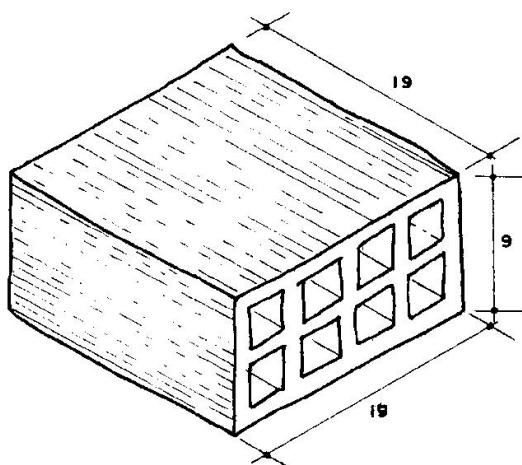
Figura 23 – Representação do tijolo comum



Fonte: SEEDCE (2011, p. 38).

● **Tijolo furado** – Tem na parte externa uma série de rachaduras para facilitar a aderência da argamassa de revestimento e seu interior tem pequenos canais prismáticos (furos). São mais comuns os de seis furos e de oito furos, mas há grande variedade de tijolo furado. Entre suas vantagens incluem-se a rapidez na execução da obra, o baixo peso, o preço acessível, a facilidade de compra e o bom desempenho térmico, superior ao do tijolo comum. Por outro lado, a falta de padronização e a baixa resistência mecânica são desvantagens para esse tipo de tijolo, o que gera desperdício e produção de entulho. Os especialistas recomendam que sejam comprados 30% de peças a mais do que o necessário. O dimensionamento comum para esse tijolo é 19 cm × 19 cm × 9 cm (Figura 24):

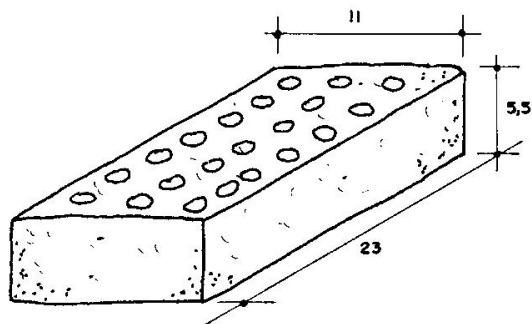
Figura 24 – Representação do tijolo furado



Fonte: SEEDCE (2011, p. 39).

● **Tijolo laminado** – É uma evolução do tijolo de barro cozido, tendo maior resistência mecânica e menos porosidade, com menor absorção de água. O modelo mais comum tem 21 furos cilíndricos e mede aproximadamente 23 cm × 5,5 cm × 11 cm, sendo indicado também para alvenaria aparente (Figura 25).

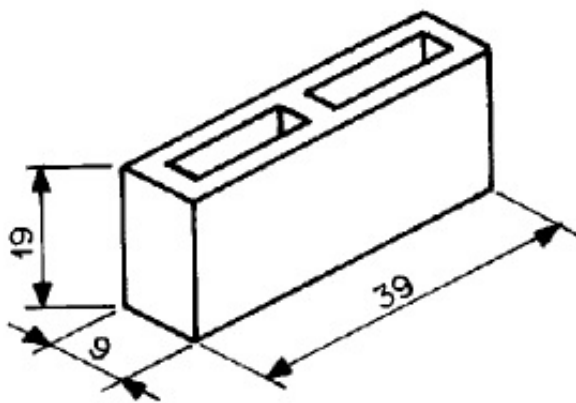
Figura 25 – Representação do tijolo laminado



Fonte: SEEDCE (2011, p. 40).

• **Bloco de concreto** – Em comparação aos tijolos cerâmicos descritos anteriormente, o bloco de concreto é mais pesado (o que dificulta o seu transporte), possui desempenho térmico inferior, mas apresenta consumo de argamassa menor. Seu isolamento acústico é bom, o tempo para assentamento é reduzido, e pode ficar aparente, não necessitando de acabamento. Existem diferentes modelos de blocos de concreto no mercado. O adotado para este trabalho foi o de dimensões 39 cm × 19 cm × 9 cm (Figura 26).

Figura 26 – Bloco de concreto



Fonte: Abnt (2003, p. 5).

### 3.3 Telhado da casa

A próxima etapa da construção de uma casa é a elaboração do telhado. De acordo com Guizada (2011), o telhado é composto pela estrutura, cobertura e condutores de águas pluviais. A estrutura é o elemento de apoio da cobertura, geralmente feito de madeira ou metal; a cobertura é o elemento de proteção, que pode ser composto por telhas cerâmicas, de cimento, de fibrocimento, placas de ardósia, chapas metálicas, galvanizadas, de plástico, de alumínio, ou outro material; e os condutores servem para o escoamento conveniente das

águas da chuva e constituem-se de calhas, coletores, rufos e rincões, fabricados com PVC ou chapas galvanizadas.

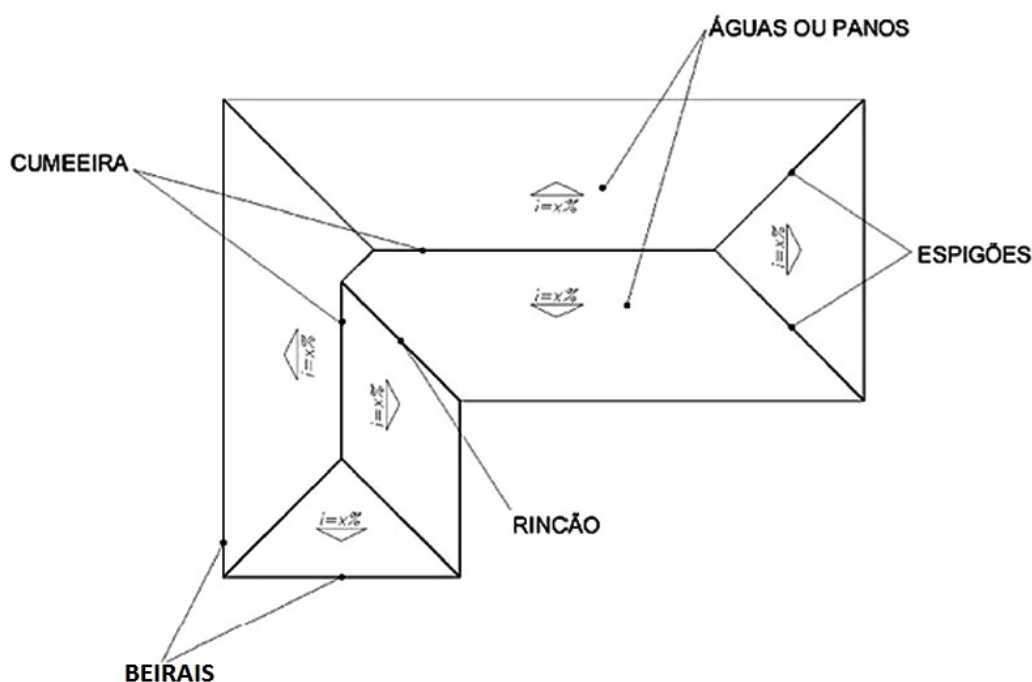
Para justificar a escolha de determinada combinação para composição do telhado, deve-se considerar:

- o peso do telhado, que deve ser compatível com o sistema estrutural da construção;
- a dimensão dos vãos que a cobertura terá que vencer, uma vez que algumas soluções se mostram mais eficientes que outras em função dessa medida.

### 3.3.1 Elementos de um telhado

Os principais elementos de um telhado são as cumeeiras, os espigões, os rincões, os beirais e as águas. Cada superfície plana inclinada de um telhado recebe o nome de água; a cumeeira é uma aresta do telhado que divide horizontalmente duas águas em seu ponto mais alto, ou seja, a sua reta suporte é paralela ao plano da base da casa; o espigão é um divisor de águas inclinado, sua reta suporte concorre com o plano da base; o rincão é uma aresta inclinada delimitada pelo encontro de duas águas que formam um captador de águas; o beiral é a parte do telhado livre de apoio que avança além das paredes externas, geralmente tem uma largura variando entre 0,50 m e 1,00 m, e o mais comum é 0,60 m (GUIZADA, 2013a) (VIZIOLI et al., 2009). A Figura 27 e a Figura 28 a seguir ilustram os elementos de um telhado.

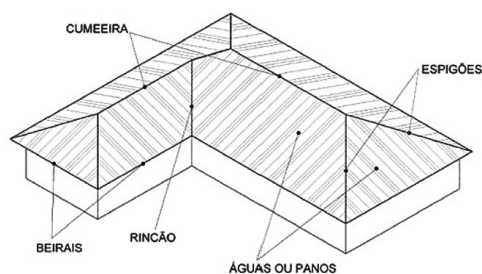
Figura 27 – Representação dos elementos de um telhado – vista superior



Fonte: Vizioli et al. (2009, p. 51).



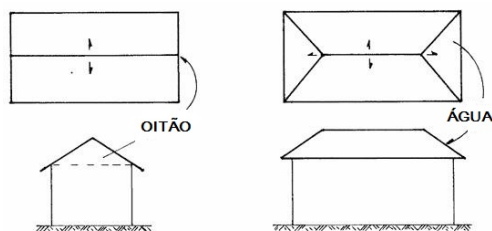
Figura 28 – Representação dos elementos de um telhado - perspectiva



Fonte: Vizioli et al. (2009, p. 52).

O telhado pode terminar em uma água ou em um oitão, que é a elevação externa em alvenaria de vedação acima do plano horizontal que está no nível do pé direito da casa. A Figura 29 a seguir exemplifica um telhado de duas águas com dois oitões, e outro telhado de quatro águas sem oitões.

Figura 29 – Águas e oitões de um telhado



Fonte: Guizada (2013b).

### 3.3.2 Planta de cobertura

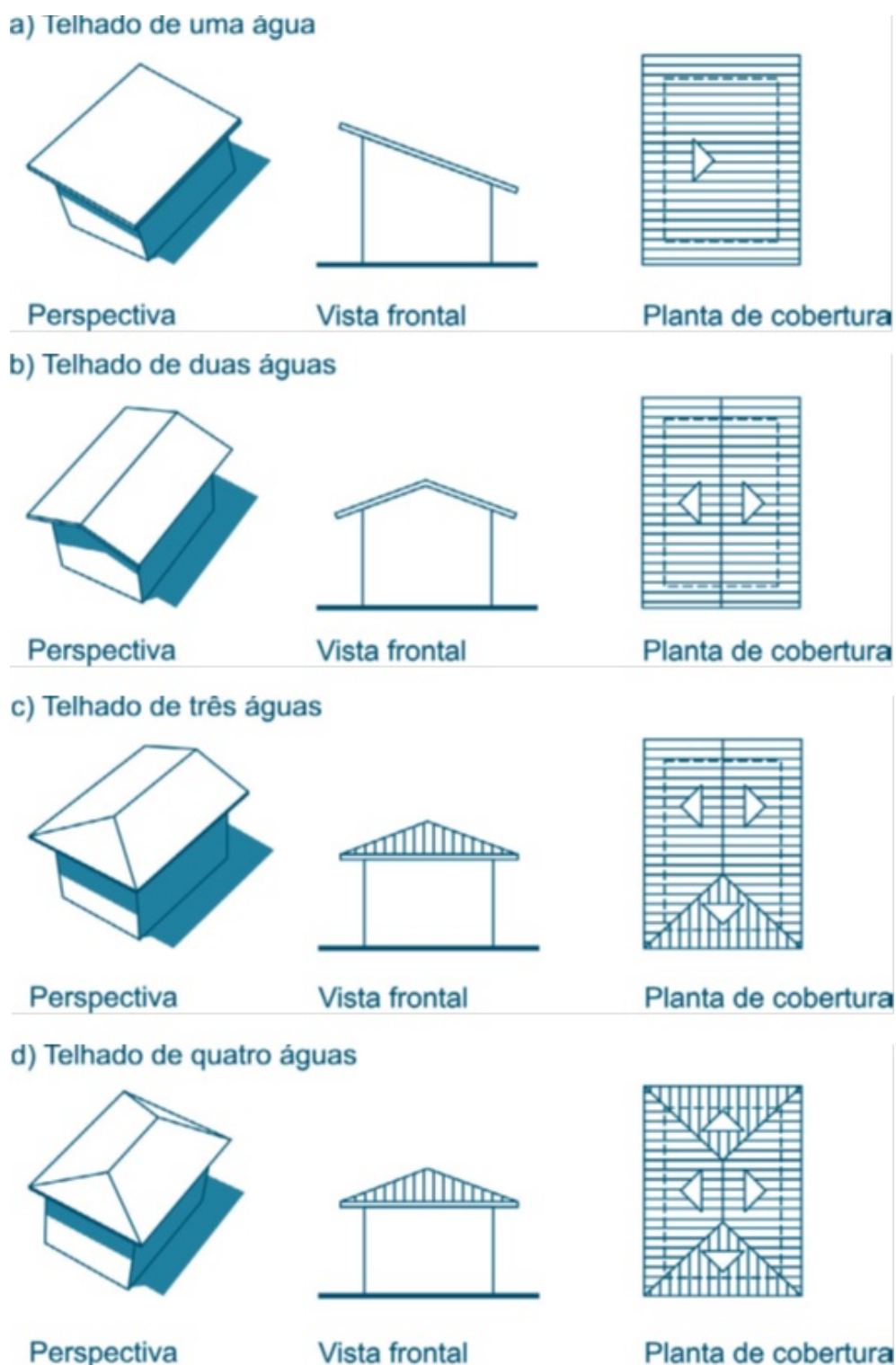
A planta de cobertura é a vista superior do telhado e indica a disposição dos seus vários planos com as respectivas inclinações, o sentido de queda das águas pluviais e a dimensão do beiral. As recomendações para a elaboração dessa planta são (GUIZADA, 2012) (GUIZADA, 2013b):

- A escala adotada é 1:100;
- O desenho não é cotado;
- O contorno da construção (alvenaria) é indicado por linhas tracejadas;
- A cobertura ultrapassa as paredes, no mínimo 0,50 m, formando os beirais, que são representados por linhas cheias;
- A inclinação das águas do telhado é determinada pela escolha do tipo de telha utilizada;
- Geralmente todas as águas terão a mesma altura no beiral e mesma inclinação;

- A cumeeira fica no centro da casa.

Existe uma série de modelos diferentes de telhados. Neste trabalho, serão abordados os mais simples, que também são os mais utilizados, a saber: telhado de uma, duas, três ou quatro águas (Figura 30):

Figura 30 – Tipos de telhados

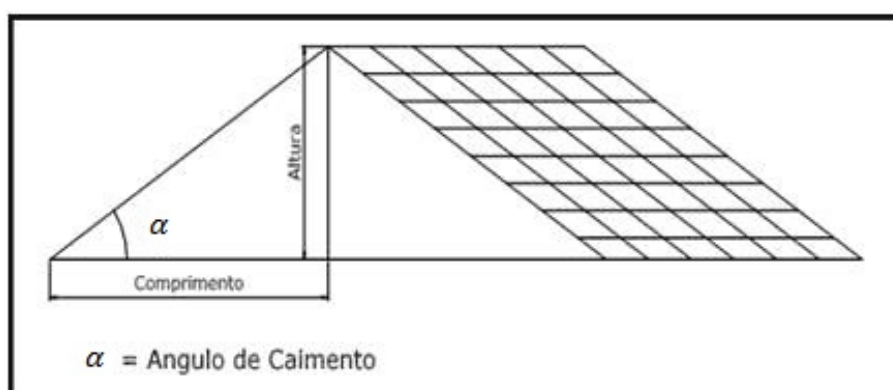


Para o telhado de duas águas, existem algumas variações, no entanto, o proposto na Figura 30 é o mais simples e segue as recomendações quanto à elaboração da planta de cobertura.

### 3.3.3 Inclinação das águas de um telhado

A declividade ou inclinação de um plano do telhado é normalmente expressa em porcentagem e indica a razão entre a altura do telhado e o comprimento do vão a ser coberto (Figura 31).

Figura 31 – Representação da inclinação de um plano do telhado



Fonte: Sousa (2013) (adaptado).

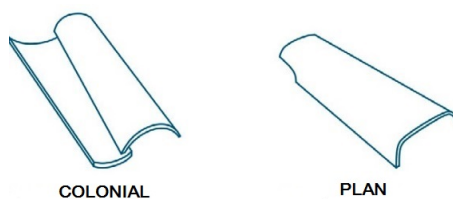
No caso exemplificado acima, a inclinação do plano do telhado corresponde à tangente do ângulo de medida  $\alpha$ . Supondo que o comprimento do vão coberto por esse plano é 4 m e a altura do telhado é 1,6 m, tem-se que sua inclinação é de 40%, pois:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{altura do telhado}}{\text{comprimento do vão coberto}} = \frac{1,6}{4} = 0,40 = 40\% \quad (3.1)$$

Assim, como  $40\% = \frac{40}{100}$ , para cada 100 cm (= 1 m) de vão a ser coberto, deve-se aumentar em 40 cm a altura da cumeeira.

A inclinação de um plano do telhado depende do tipo de telha a ser utilizada. A Figura 32 ilustra os modelos de telha que serão abordados neste trabalho, sendo as telhas cerâmicas as do tipo: colonial, plan, romana e portuguesa.

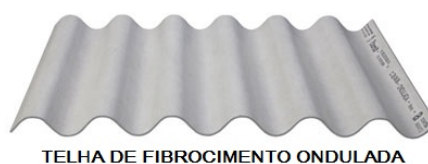
Figura 32 – Tipos de telha



Fonte: Gomes (2012, p.69)(adaptado).



Fonte: Guizada (2012).



Fonte: Ibda (2011).



Fonte: Schilling (2012).

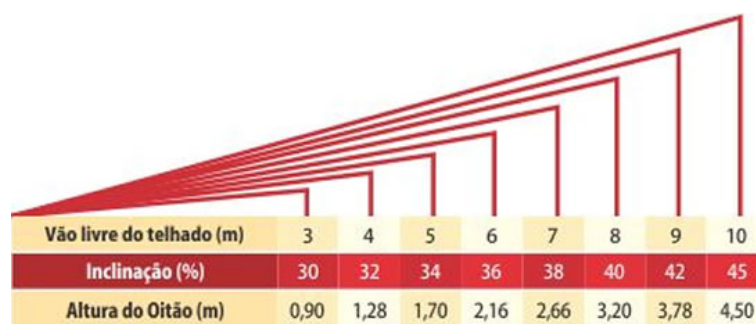
Cada telha tem uma especificação quanto à inclinação mínima do telhado, que é estabelecida para se evitar o acúmulo de água no telhado e o seu retorno pelos encaixes das telhas, o que ocasiona goteiras na casa, e à inclinação máxima, que deve ser obedecida para evitar que a telha escorregue da estrutura do telhado. No que diz respeito às telhas cerâmicas, a única norma relacionada ao projeto e execução de telhados existente trata esta questão apenas para a telha cerâmica francesa (ABNT, 1983), não existindo algo semelhante para as demais telhas cerâmicas (colonial, plan, romana e portuguesa). Essa norma estabelece que os telhados devem ser executados com declividade compreendida

entre 32% e 40%, e para declividades maiores, as telhas devem ser fixadas com arame à estrutura de apoio do telhado. Já para as telhas de concreto, existe a norma NBR 13.858-1 (ABNT, 1997), que estabelece como deve ser o projeto e execução de telhados com telhas de concreto. A declividade nesse caso deve estar entre 30% e 60%. Além disso, os fabricantes de telhas de fibrocimento do tipo ondulada estabelecem como inclinação mínima do telhado 9%, porém o melhor aproveitamento das telhas se dá com a inclinação de 27%.

A inclinação da cobertura deve ser definida durante a fase de projeto, porque possibilita que as águas sejam planejadas de maneira a evitar grandes dimensões, o que previne o acúmulo excessivo de chuva sobre o telhado.

É importante lembrar que, para garantir o escoamento da água da chuva, a inclinação do plano do telhado varia de acordo com o comprimento do vão a ser coberto, como exemplificado na Figura 33 abaixo, que trata da inclinação de um telhado para telhas cerâmicas do tipo romana.

Figura 33 – Inclinação de um telhado de acordo com o comprimento do vão – telha romana



Fonte: Rondoville (2014).

A Tabela 4 a seguir informa a inclinação para um plano do telhado recomendada pelos fabricantes de telhas em conformidade com as normas da ABNT. A medida considerada do vão a ser coberto foi 5 m, que será a maior presente neste trabalho.

### 3.3.4 Maquete do telhado

Como o telhado é uma estrutura a parte na maquete da casa, os alunos foram aconselhados a utilizarem tesouras para sua confecção na maquete. Uma tesoura é o sistema estrutural triangular indeformável que sustenta a cobertura propriamente dita (GUIZADA, 2012). As tesouras são eficientes em vencer vãos sem apoio intermediário. Existem diferentes modelos de tesouras, porém só será trabalhada a tesoura simples com asnas (Figura 34).

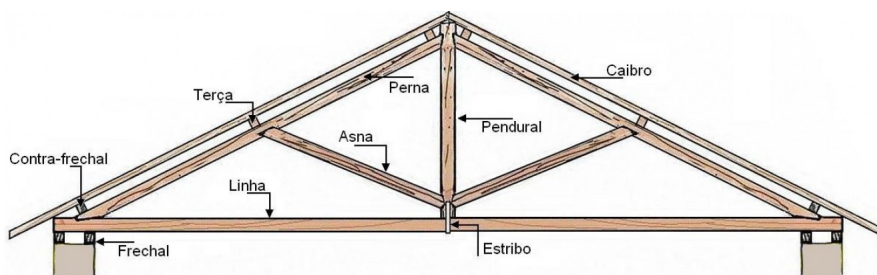
Segundo Guizada (2012) entende-se cada um dos elementos da tesoura como sendo:

Tabela 4 – Inclinação do telhado para cada tipo de telha.

Tipo de telha	Inclinação mínima do telhado (%)	Medida aproximada do ângulo $\alpha$ correspondente (graus)
Colonial	32%	18°
Plan	32%	18°
Portuguesa	34%	19°
Romana	34%	19°
Fibrocimento	27%	15°
De concreto	35%	19°

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34 – Elementos da tesoura simples com asnas



Fonte: Colin (2010).

- **Frechal:** Peça colocada sobre a parede e sob a tesoura para distribuir a carga do telhado;
- **Perna:** Peça que estabelece a inclinação do telhado e estende-se do ponto de apoio da tesoura no frechal ao cume do telhado. Cada tesoura tem duas pernas;
- **Linha:** Peça que corre ao longo da parte inferior da tesoura, na direção do vão a ser coberto, e apoia-se sobre o frechal;
- **Pendural:** Peça que liga a linha à perna sendo perpendicular a linha;
- **Asna:** Também é uma peça de ligação entre a linha e a perna, porém encontra-se em posição oblíqua à linha;
- **Estribo:** Ferragem que garante a união entre as peças das tesouras. Perceba que o ângulo determinado pela perna e a linha corresponde à inclinação do telhado.

Os alunos foram recomendados a estabelecer o espaçamento entre as tesouras do telhado em torno dos 3 metros, medida considerada ideal para o modelo de tesoura adotado (GUIZADA, 2012).

## 4 Atividades de modelagem matemática

Neste capítulo será desenvolvida a segunda etapa da modelagem matemática: a matematização da situação-problema. Consiste no relato dos conteúdos que foram estudados, das atividades que foram desenvolvidas com os alunos e de sugestões de atividades que, infelizmente, não foram possíveis de se efetuar por falta de tempo, uma vez que o tempo de execução de cada uma das atividades propostas superou a expectativa inicial do professor.

A situação-problema que foi apresentada aos alunos foi a de construção da maquete de uma casa, obedecendo a sua planta baixa e a planta de cobertura. Portanto, a maquete é o modelo matemático dessa atividade de modelagem. Dessa forma, a situação-problema foi o ponto de partida da atividade de modelagem matemática, e a Matemática necessária para resolvê-la foi introduzida na medida de sua necessidade. Uma observação que deve ser feita é a de que todos os alunos da turma envolvida neste trabalho preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) constante no APÊNDICE H.

A atividade foi bem recebida pelos alunos que se sentiram motivados nessa “empreitada”. A turma foi dividida em grupos de três alunos, para promover a troca de ideias entre os integrantes, uma vez que as “atividades de Modelagem Matemática são essencialmente cooperativas, indicando que a modelagem tem nos trabalhos em grupo o seu aporte.” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 25).

As perspectivas abordadas nas atividades de modelagem matemática foram a contextual e a educacional didática. Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2013), a perspectiva contextual considera a inclusão de situações-problema nas aulas de Matemática com a finalidade de mostrar aplicações dos conteúdos matemáticos, levando em conta principalmente questões motivacionais, enquanto a educacional didática tem por fim desencadear a aprendizagem.

### 4.1 Planta baixa da casa

O Censo Demográfico de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) revelou que a maioria dos domicílios brasileiros é do tipo casa (86,9%), e 46,7% delas acomodam três ou quatro pessoas (IBGE, 2010). Por isso, a atividade prevê inicialmente a elaboração de uma planta baixa para uma casa de  $120 \text{ m}^2$  de área interna que acomode 4 pessoas. A metragem da casa foi fixada a fim de ser possível comparar as produções dos alunos e oferecê-los mais um desafio: a limitação no espaço. O valor 120 foi escolhido pois pode ser escrito como o produto de 8 e 15 ou 10 e 12, e, portanto, caso o formato da

casa seja retangular, já há dois modelos que podem ser adotados. Além disso, é uma área razoável para a construção de uma casa, havendo a possibilidade de criação de diversos cômodos.

Na semana de início da atividade, foi solicitado aos alunos que medissem os cômodos de suas próprias casas, para facilitar a realização da tarefa de desenhar a planta baixa de uma casa. Essa tarefa foi desenvolvida em duas etapas: planta baixa preliminar e final.

#### 4.1.1 Planta baixa preliminar

Nesta etapa foi proposto aos alunos que desenhassem, em folha de papel sulfite A4, a planta baixa da casa usando apenas lápis e uma régua graduada. Os objetivos dessa atividade eram:

- 1) Avaliar o conhecimento dos alunos sobre o desenho de uma planta baixa;
- 2) Averiguar se o desenho das paredes da casa foi feito com segmentos de reta paralelos ou perpendiculares e se elas foram representadas considerando-se sua espessura;
- 3) Observar se há proporcionalidade no desenho;
- 4) Verificar se os alunos conseguem realizar a divisão dos cômodos da casa obedecendo-se sua área;
- 5) Investigar se portas e janelas da casa são inseridas no desenho com as suas dimensões, e se é indicada a maneira de abertura das portas;
- 6) Analisar se a planta baixa foi desenhada com a frente da casa voltada para a base do papel – uma recomendação técnica (FERREIRA; FALEIRO; SOUZA, 2008, p. 33).

Essa atividade, aparentemente fácil, demandou muito tempo (7 horas-aula de 40 minutos cada). Os alunos, em sua maioria, apresentaram dificuldade no dimensionamento dos cômodos e no aproveitamento da área da casa. Percebeu-se que eles não tinham uma boa noção de área e, portanto, em um primeiro momento, surgiram cômodos enormes, por exemplo um banheiro de 3m x 4m, corredores muito largos (3 m) e espaços inutilizados. Houve também o desenho de muitas paredes e portas desnecessárias, que depois deram lugar a vãos com a orientação do professor. O professor foi um mediador nessa atividade e teve papel fundamental, pois viabilizou o desenho de plantas baixa plausíveis (APÊNDICE C).

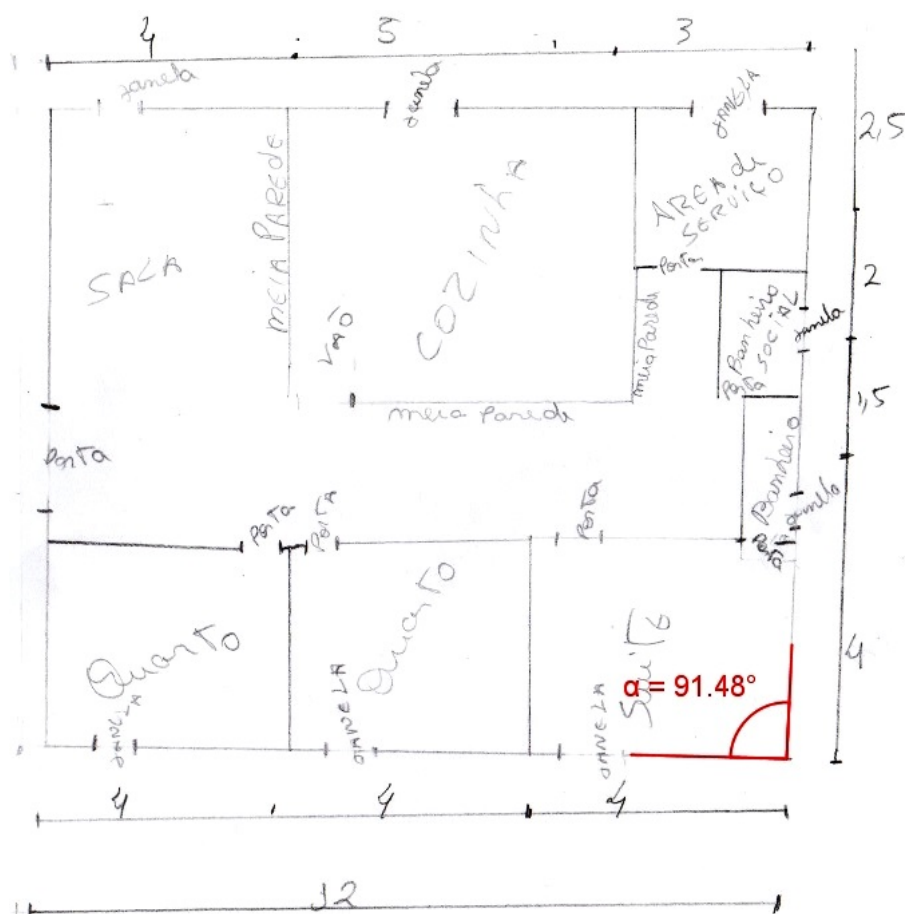
A avaliação dessa atividade é a seguinte:

- metade dos grupos apresentou o desenho das paredes por meio de segmentos de reta aparentemente paralelos ou perpendiculares, porém a outra metade realizou o desenho de algumas paredes notoriamente fora de esquadro, conforme pode ser observado na planta



do grupo 6 (Figura 35) a seguir;

Figura 35 – Planta baixa inicial fora de esquadro



Fonte: Elaborado pelo autor.

- apenas o grupo 5 representou as paredes considerando-se sua espessura, porém não levou em conta essa medida no dimensionamento dos cômodos da casa;

- todas as plantas não foram desenhadas em escala. Uma análise feita nas dimensões das casas (8 m x 15 m ou 10 m x 12 m) constatou que essas medidas reais e as medidas na planta não formam uma proporção. Por exemplo, a planta do grupo 3 representa uma casa de 10 m x 12 m com respectivas medidas de 16,4 cm x 14,3 cm, ou seja, o menor lado da casa (10 m) foi representado com uma medida maior (16,4 cm) que a do maior lado (12 m). Além disso, verificou-se, em todas as plantas, que uma dada medida real possuía mais de uma representação no desenho, como pode ser verificado na planta do grupo 4, na qual a medida de 4 m possui cinco representações diferentes;

- todos os grupos desenharam uma casa com  $120 \text{ m}^2$  de área, porém nenhum deles inseriu as dimensões das portas e janelas;

- apenas os grupos 4 e 5 representaram o sentido de abertura das portas, e somente os grupos 1 e 5 desenharam a frente da casa voltada para a base da folha.

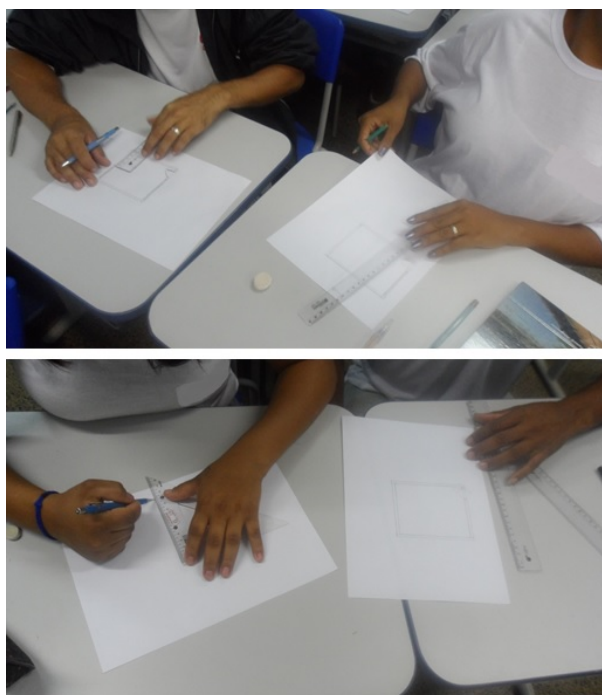
Com essa primeira etapa, os próprios alunos perceberam que havia a necessidade de aprenderem novos conceitos matemáticos a fim de melhorarem o desenho da planta baixa da casa. Mediante isso, nas aulas subsequentes (vinte e uma horas-aula ao total), houve o desenvolvimento dos seguintes conteúdos, constantes no currículo da Educação de Jovens e Adultos vigente na Secretaria de Educação do Distrito Federal para a 5ª, 6ª e 7ª etapas dessa modalidade de ensino (ANEXO A):

- Geometria plana: ponto, reta, semirreta, segmento de reta, posição relativa de duas retas/segmentos de reta, plano (5ª e 6ª etapas);
- Construções geométricas com régua e esquadro: traçado de segmentos de reta paralelos ou perpendiculares (6ª etapa);
- Ângulos: definição, nomenclatura, classificação, ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice (5ª e 6ª etapas);
- Construção de ângulos com o transferidor (6ª etapa);
- Unidades de medida de comprimento e transformações de unidade (5ª etapa);
- Razão: em especial escala (7ª etapa);
- Proporção (7ª etapa);
- Regra de três simples (7ª etapa);
- Operações com números racionais: adição, subtração, multiplicação e divisão (6ª etapa);
- Cálculo de área de um retângulo (6ª etapa);
- Porcentagem (6ª e 7ª etapas).

Todos os conteúdos foram abordados com atividades relacionadas à temática de desenho de uma planta baixa técnica.

Os conhecimentos relativos ao desenho técnico foram trabalhados em uma atividade prática de desenho da planta baixa da sala de aula. Os alunos juntamente com o professor realizaram as devidas medidas da sala de aula e posteriormente todos os alunos desenharam a sua planta baixa seguindo as normas técnicas (Figura 36). Essa atividade também propiciou a aplicação imediata dos conteúdos listados acima.

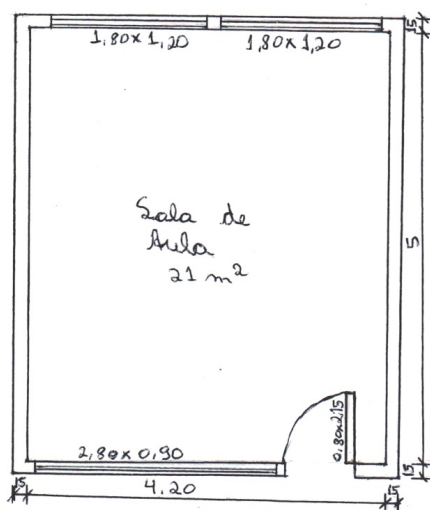
Figura 36 – Alunos desenhando a planta baixa da sala de aula



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 37 mostra uma planta baixa da sala de aula realizada por um aluno:

Figura 37 – Planta baixa da sala de aula



Planta baixa  
escala 1:50

Fonte: Elaborado pelo aluno.

Essa foi a melhor planta baixa da turma. Ela ainda apresenta algumas impropriedades: as linhas de cota não estão posicionadas paralelamente ao contorno do desenho, a palavra escala não está escrita com letras maiúsculas. Apesar disso, é uma boa planta considerando-se que foi a primeira realizada pelo aluno.

Observe que: o método de cotagem adotado foi o de número 1, pois é o mais comum em desenhos técnicos; a espessura real das paredes é 15 cm, valor padrão para paredes internas (FERREIRA; FALEIRO; SOUZA, 2008, p. 33); a escala utilizada foi de 1:50, com o intuito das paredes da casa serem melhor representadas, uma vez que a parede de 15 centímetros de espessura é representada na planta baixa com espessura de 3 milímetros, e também por se tratar de uma escala usual em desenhos técnicos (FERREIRA; FALEIRO; SOUZA, 2008, p. 33); e o tamanho da boneca da porta é maior ou igual a 10 cm. Não foi exigida a escrita da medida do peitoril das janelas, por se tratar de uma informação que não será utilizada neste trabalho. O nome do cômodo foi escrito de forma centralizada e logo abaixo indicada sua área, uma das normas do desenho técnico (GOMES, 2012, p. 45). Todas essas medidas foram adotadas também para a realização da planta baixa final da casa e, portanto, o desenho da planta baixa da sala de aula funcionou como um exercício de preparação.

#### 4.1.2 Planta baixa final da casa

A segunda planta baixa da casa realizada pelos grupos, denominada planta baixa final, foi uma evolução da planta baixa preliminar, uma vez que os alunos agora já possuíam o conhecimento matemático e técnico necessário para sua confecção. A planta baixa final preserva as medidas estabelecidas na planta baixa preliminar, porém essas serão representadas em escala. Os objetivos dessa atividade são:

- 1) Avaliar o conhecimento dos alunos sobre o desenho de uma planta baixa técnica;
- 2) Verificar a compreensão do conceito de escala e proporção;
- 3) Observar o devido uso da régua e do esquadro para o traçado das paredes da casa, de tal forma que elas sejam representadas por segmentos de reta paralelos ou perpendiculares;
- 4) Averiguar se a área dos cômodos da casa foi calculada corretamente;
- 5) Concluir a planta baixa da casa.

Nessa etapa, os alunos foram orientados em sala pelo professor a seguir os seguintes passos a fim de se obter a planta baixa final da casa:

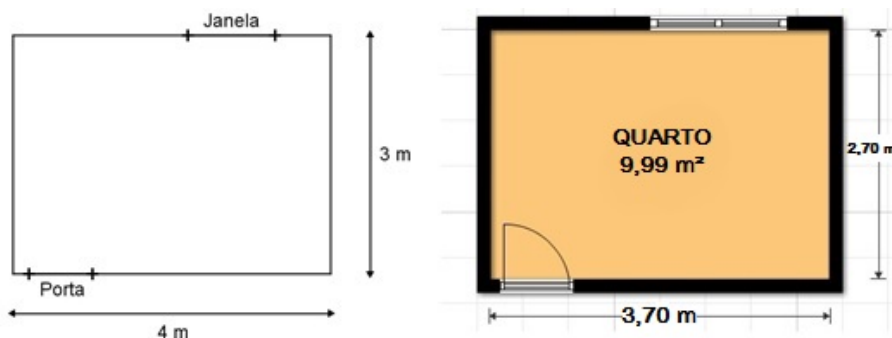
- Desenhar em uma folha de papel A3, com régua e esquadro, o retângulo que representa o contorno da casa (8 m x 15 m ou 10 m x 12 m) na escala de 1:50. O formato da folha passou de A4 para A3, pois o primeiro possui tamanho reduzido para o desenho

da planta na escala definida. Lembrar que a entrada principal da casa deve estar voltada para a base da folha;

- Desenhar as paredes externas da casa, com 3 mm de espessura na planta, de tal forma que a área interna da casa continue sendo  $120m^2$ , ou seja, deve-se desenhar um retângulo externamente ao desenhado no passo anterior;

- Dividir os cômodos da casa, conforme a planta baixa preliminar, traçando suas paredes internas com o auxílio de régua e esquadro. Nesse passo, deve-se decidir quais cômodos terão sua área reduzida, uma vez que a planta baixa final leva em consideração a espessura das paredes. A Figura 38 abaixo ilustra um comparativo da representação de um quarto na planta baixa preliminar e na planta baixa final. Observe que o quarto teve suas dimensões reduzidas em 30 cm devido à espessura das paredes;

Figura 38 – Representação das paredes de um cômodo na planta baixa final



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Realizar a cotagem da planta, sempre externamente, e em último caso no seu interior. Não se esquecer de cotar as paredes;

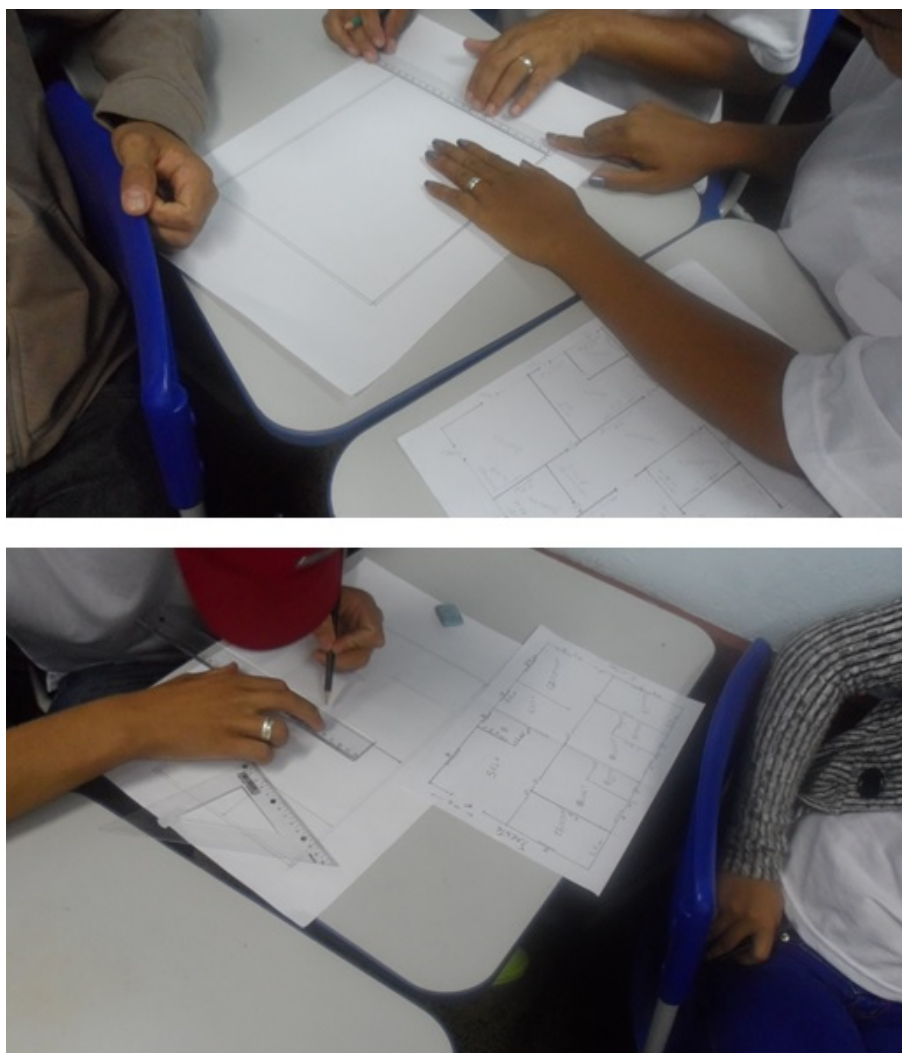
- Definir as dimensões das portas e janelas da casa;
- Representar as portas e janelas de acordo com as normas técnicas. Lembrar-se da boneca das portas, e inserir as portas de abrir de preferência no canto das paredes;
- Cotar as esquadrias no interior da planta;
- Nomear os ambientes da casa e indicar a área de cada um deles;
- No canto inferior direito escrever:

PLANTA BAIXA,

ESCALA 1:50.

A confecção da planta baixa final ocorreu em sala de aula durante 7 horas-aula (Figura 39). O tempo em sala foi insuficiente, e a finalização da planta foi deixada como atividade extraclasse a ser entregue posteriormente ao professor.

Figura 39 – Alunos desenvolvendo a planta baixa final da casa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dois dos seis grupos que realizaram a planta baixa preliminar não fizeram a planta baixa final da casa, sendo eles os grupos 2 e 4. A planta baixa final dos demais grupos está no APÊNDICE D.

A avaliação dessa atividade é a seguinte:

- Todos os grupos demonstraram domínio das normas de desenho técnico estudadas;
- Todas as plantas foram desenhadas na escala definida de 1:50. Porém, apenas o grupo 6 representou corretamente as portas e janelas nessa escala. Os grupos 3 e 5 utilizaram indevidamente a escala de 1:100 no desenho das portas e janelas de suas plantas, e o grupo 1 fez o mesmo para as portas no seu desenho;
- Todas as plantas apresentaram as paredes da casa “no esquadro”;
- Todos os grupos calcularam corretamente a área dos cômodos, arredondando essa medida na 2ª casa decimal;

- A princípio os alunos acharam a atividade complexa, devido a sua riqueza de detalhes e o nível de atenção exigido. No entanto, como já haviam feito a planta da sala de aula, sentiram-se desafiados com essa atividade. Percebia-se o desejo dos alunos em visualizar a planta baixa da casa acabada.

### 4.1.3 Questões matemáticas relacionadas à planta baixa da casa

As questões descritas a seguir foram idealizadas pelo professor no momento em que ele fazia sua pesquisa sobre desenho técnico e as etapas de construção de uma casa. Devido à falta de tempo, elas não foram desenvolvidas em sala de aula com os alunos, mas foram inseridas neste trabalho com o intuito de servir como sugestões para outros professores que desejarem trabalhar com essa temática.

#### \* Quantidade de piso e revestimento necessária

1) Qual a quantidade de piso é preciso comprar para colocar em toda a casa? Considere nos cálculos que, por hipótese, será comprado 10% a mais do que a quantidade necessária, a fim de cobrir eventuais perdas com recortes do piso no momento de colocação e com o transporte do mesmo. Não está sendo considerada a área do rejunte.

Observação: com essa questão é possível trabalhar os conteúdos de adição e multiplicação de números decimais e cálculo de porcentagem.

2) Qual a quantidade de revestimento é preciso comprar para colocar em toda a casa? Considere nos cálculos a mesma hipótese assumida na questão anterior e a recomendação de se colocar revestimento, pelo menos, nos banheiros e na cozinha.

#### \* Quantidade de tijolos por $m^2$ de parede construída

Nesse tópico da construção da casa, deseja-se definir qual tijolo ou bloco apresenta menor custo, qual a quantidade necessária e qual a estimativa de gasto com esse material.

Uma das maneiras de estimar a quantidade de tijolos necessária para a construção de  $1 m^2$  de parede é por meio do cálculo da área da face visível do tijolo, considerando-se também a argamassa de assentamento (junta). Assume-se que a espessura da junta é de 1,5 cm. Dessa forma, se um tijolo maciço tem 21 cm de comprimento e 5 cm de altura, para efeito do cálculo mencionado acima, considera-se que suas dimensões são 22,5 cm e 6,5 cm respectivamente. A Tabela 5 a seguir é uma proposta de atividade para os alunos, que visa determinar a quantidade necessária de tijolos, de acordo com os modelos descritos no capítulo anterior, para cada  $1m^2$  de parede construída com espessura de meio tijolo. A ideia é fazê-los completar a tabela conforme feito abaixo.

Tabela 5 – Quantidade de tijolos por  $m^2$ .

Modelo	Área visível ( $m^2$ )	Cálculo da quantidade de tijolos necessária por $m^2$ (unidades)
Tijolo maciço	$0,225 \times 0,065 = 0,014625$	$1 \div 0,014625 \approx 69$
Tijolo laminado	$0,245 \times 0,07 = 0,01715$	$1 \div 0,01715 \approx 59$
Tijolo furado	$0,205 \times 0,205 = 0,042025$	$1 \div 0,042025 \approx 24$
Bloco de concreto	$0,405 \times 0,205 = 0,083025$	$1 \div 0,083025 \approx 13$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra atividade consiste em utilizar as informações da tabela anterior para o preenchimento da Tabela 6 a seguir, que informa o gasto com tijolos para cada metro quadrado de parede construída. Para tanto, os alunos precisam realizar uma pesquisa no mercado para descobrir o preço unitário de cada um dos modelos de tijolos trabalhados. Uma solução possível é apresentada também na tabela abaixo.

Tabela 6 – Gasto com tijolos por  $m^2$  de parede construída.

Modelo	Quantidade de tijolos necessária por $m^2$ (unidades)	Preço unitário (R\$)	Gasto com tijolos por $m^2$ (R\$)
Tijolo maciço	69	0,33	22,77
Tijolo furado	24	0,52	12,48
Tijolo laminado	59	1,98	116,82
Bloco de concreto	13	1,69	21,97

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com essa atividade espera-se que o aluno conclua que o tijolo furado é o que apresenta o menor custo, desconsiderando-se o gasto com a mão-de-obra.

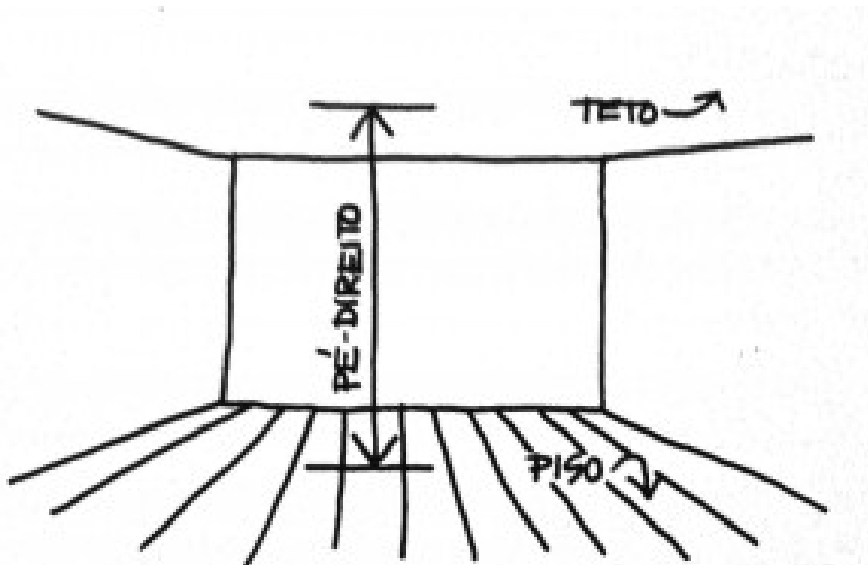
**\* Área da alvenaria construída até a altura do pé direito da casa**

Para esse cálculo algumas hipóteses devem ser consideradas:

- O pé direito da casa mede 2,80 m. De acordo com (LIMA, 2011), pé direito é uma expressão usada em arquitetura que define a distância vertical medida entre o piso acabado e a parte inferior do teto de um ambiente, ou do forro, se houver (Figura 40);



Figura 40 – Representação do pé direito

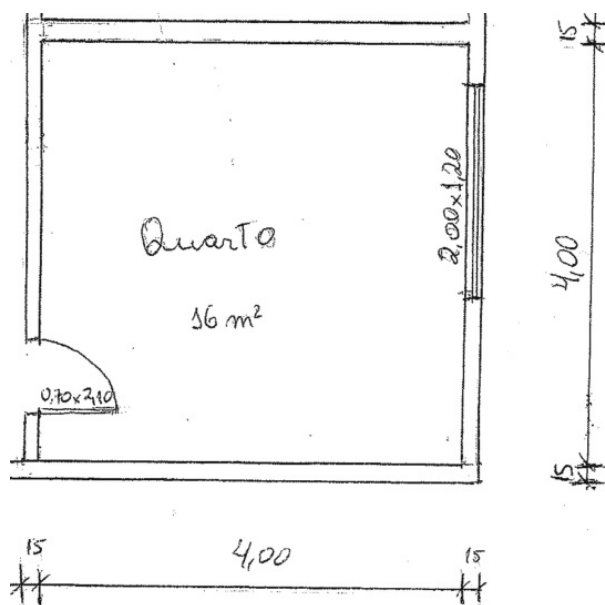


Fonte: Lima (2011).

- Assumir que no cruzamento de duas paredes não haverá alvenaria, e sim colunas de concreto.

Dessa forma, os alunos devem ser instruídos a adicionar as dimensões internas de todos os cômodos e posteriormente multiplicar essa soma pela medida do pé direito da casa. Por fim, deveriam subtrair a área de todos os vãos, portas e janelas. O resultado obtido é a área de parede a ser construída. Por exemplo, observe um dos quartos da planta final do grupo 6 (Figura 41).

Figura 41 – Área de parede a ser construída em um cômodo



Fonte: Elaborado pelo autor.

A área de parede a ser construída (A) nesse quarto é dada por:

$$A = (4 \times 4) \times 2,80 - (2,00 \times 1,20 + 0,70 \times 2,10) = 40,93m^2.$$

**\* Quantidade de tijolos necessária para a construção de todas as paredes da casa até a altura do seu pé direito.**

Essa atividade é complementar à anterior e pretende fazer com que o aluno preencha a Tabela 7 a seguir. Para tanto, o aluno deve escolher um dos modelos de tijolos trabalhados, não necessariamente o de menor custo, e com a informação da área de parede a ser construída e os dados da Tabela 6 determinar a quantidade de tijolos necessária para a construção de toda a alvenaria da casa assim como o seu custo. No cálculo final, quantidade total de tijolos e custo total constantes na Tabela 7, considera-se que se deve comprar 10% a mais do que a quantidade necessária a fim de se suprir as perdas e desperdícios de material.

Tabela 7 – Quantidade total de tijolos necessária e custo correspondente.

Quantidade de tijolos por $m^2$	Área de parede a ser construída ( $m^2$ )	Quantidade total de tijolos necessária acrescida de 10%	Preço unitário do tijolo (R\$)	Custo Total (R\$)

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 Planta de cobertura

O telhado da maquete da casa é uma estrutura móvel que se acopla à parte correspondente à alvenaria. Da mesma forma que foi desenhada a planta baixa da casa para orientação da construção de sua maquete até a altura do pé direito, foi solicitado aos alunos que desenhasssem a planta do telhado, denominada planta de cobertura, para auxiliá-los na sua confecção. Outros objetivos dessa atividade são:

1. Trabalhar novamente o conceito de escala e o uso da régua e do esquadro para o traçado de segmentos de reta paralelos ou perpendiculares;
2. Aplicar o conceito de bissetriz de um ângulo no traçado dos espigões do telhado com o uso do transferidor;
3. Definir o tipo de telha do telhado da casa e o seu modelo entre as opções estudadas;
4. Determinar a posição da cumeeira do telhado para posteriormente calcular a sua altura.

Todos os alunos desenharam a planta de cobertura da sua casa. O APÊNDICE E apresenta a planta de cobertura dos grupos que desenvolveram a maquete, e, conseqüentemente, o telhado da casa. Como a planta de cobertura dos grupos 3 e 5 é a mesma, apenas a do grupo 5 foi exibida. Os alunos não tiveram dificuldade para realizar essa atividade, tanto que foram necessárias apenas duas horas-aula para o seu desenvolvimento. Naturalmente, isso é resultado da experiência anterior de elaboração da planta baixa, caracterizando-se a evolução do processo de aprendizagem.

#### 4.2.1 Altura da cumeeira

A determinação da altura da cumeeira do telhado é a última atividade de planejamento da casa (duração de duas horas-aula) realizada pelos grupos que antecede a confecção da maquete. A altura da cumeeira da casa em relação ao seu pé direito corresponde, como mostrado no capítulo anterior, a uma porcentagem do vão a ser coberto pelo telhado. Essa porcentagem é a inclinação do telhado, definida de acordo com a telha utilizada. A Figura 42 abaixo ilustra o cálculo efetuado pelo grupo 1.

Figura 42 – Altura cumeeira – grupo 1

*Cálculo da altura da cumeeira  
em relação ao pé direito da casa*

*tipo de telha: Colonial*

*Comprimento do vão a ser coberto: 5 m*

*Inclinação recomendada para o telhado: 32%*

*Altura da cumeeira: 1,60 m*

*Cálculo:*  $\frac{32}{100} \times \frac{5}{1} = \frac{32 \times 5}{100 \times 1} = \frac{160}{100} = 1,60 \text{ m}$

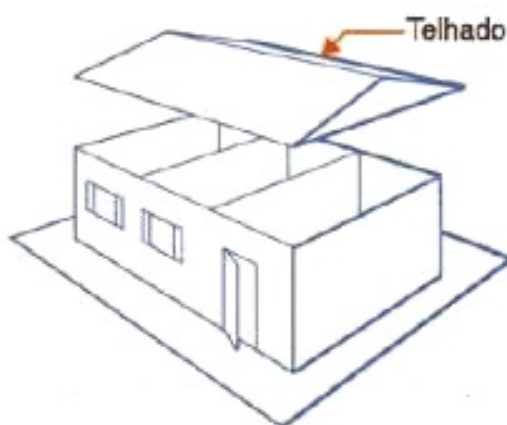
### 4.3 Maquete da casa

A construção da maquete da casa é certamente a atividade mais complexa desenvolvida pelos alunos, pois ela representa o modelo matemático da casa idealizada nas atividades anteriores. A maquete deveria ser construída na escala de 1:20, a fim de viabilizar uma boa visualização dos detalhes da construção, como portas e janelas, e também por se tratar de uma escala comumente utilizada em desenhos técnicos.

A confecção da maquete não foi feita em sala de aula, uma vez que a organização da sala no início da aula e sua limpeza no final tomariam muito tempo do horário de aula, e restaria pouco tempo para o desenvolvimento da atividade. Durante as aulas, houve apenas orientações quanto à elaboração da maquete:

- As paredes da maquete da casa não precisam estar representadas em escala. Essa medida foi adotada para não limitar as possibilidades de escolha do material a ser utilizado na confecção da maquete;
- A medida do pé direito da casa é 2,80 m, e todas as paredes da maquete da casa têm mesma altura correspondente a essa medida em escala (Figura 43);
- O telhado da maquete é uma estrutura móvel e rígida, a fim de ser possível visualizar a divisão dos cômodos da casa, conforme representado na Figura 43:

Figura 43 – Partes constituintes da maquete da casa



Fonte: Revista Mecatronica Facil (2007) (adaptado).

Dos seis grupos em que a sala foi dividida inicialmente, apenas três confeccionaram a maquete, sendo eles os grupos 1, 3 e 5 (APÊNDICE F). Os grupos que não fizeram a atividade alegaram que foi difícil realizar os encontros presenciais para desenvolver o trabalho uma vez que a maioria dos alunos trabalha e, além disso, reside em locais distantes um do outro.

O objetivo dessa atividade era averiguar a capacidade do aluno em resolver uma situação problema (construir uma maquete), baseando-se em um estudo previamente realizado para esse fim. A avaliação dessa atividade é a seguinte:

- Apenas o grupo 1 conseguiu construir a maquete (parte correspondente à alvenaria) em escala. O telhado da maquete desse grupo (e dos outros também) ficou maior do que deveria;
- Os grupos não seguiram a medida da altura da cumeeira, no entanto foram fiéis à planta baixa na divisão dos cômodos da casa;
- As portas estavam nas medidas planejadas na planta baixa, porém as janelas foram representadas de maneira diferente;
- O telhado foi construído de acordo com o modelo escolhido.

O fato de essa atividade ter sido realizada em casa contribuiu para que ocorressem os erros descritos acima. Pois caso tivesse sido realizada em sala de aula, o professor poderia retomar algumas ideias necessárias para a superação das dificuldades encontradas. Mas, como dito anteriormente, a possibilidade de realização da maquete em sala de aula não foi creditada inicialmente.

## 5 Análise das atividades desenvolvidas e considerações finais

Este capítulo trata da última etapa do processo de modelagem matemática: o modelo matemático. Nessa etapa, o modelo é avaliado pelos envolvidos na atividade e implica uma validação da representação matemática associada ao problema inicial, considerando tanto os procedimentos matemáticos quanto a adequação da representação para a situação-problema. Além disso, será analisada a atividade de modelagem matemática como um todo.

A fim de averiguar a percepção do aluno em relação à maquete produzida pelo seu grupo (e também às atividades desenvolvidas em sala de aula), foi aplicado um questionário ao final da atividade de modelagem matemática (APÊNDICE G). A avaliação do modelo matemático produzido pode ser resumida nas seguintes afirmações (referentes à questão 4): “a maquete ficou boa na parte da planta, já no telhado ficou um pouco desproporcional, por falta de materiais que não tínhamos” (grupo 5); “a maquete foi bem produzida e bem feita, com medidas possíveis de serem usadas em uma planta verdadeira, mas faltaram algumas coisas na casa como área dos fundos” (grupo 1); “poderia ter melhorado as janelas e a pintura” (grupo 3). Observa-se que todos os grupos apontaram ao menos um aspecto a ser melhorado na maquete, o que reflete um olhar crítico para o que foi feito. Segundo Biembengut (2014, p. 53), o trabalho de modelagem possibilita ao estudante “aprimorar o conhecimento e os sentidos criativo e crítico, especialmente na formulação e validação do modelo”.

O olhar do docente para as maquetes produzidas revela que, apesar de apenas uma delas (maquete do grupo 1) ter se aproximado do “ideal”, no sentido de servir como modelo para a construção de uma casa real, o aprendizado dos conceitos matemáticos ocorreu de forma satisfatória. Tal fato é comprovado pelas respostas à questão 1 do questionário, pois 82% dos alunos declararam que aprenderam satisfatoriamente boa parte ou a maioria dos conteúdos matemáticos trabalhados durante a realização da atividade de modelagem matemática, e ninguém afirmou não ter aprendido nenhum dos conteúdos estudados.

Quando perguntados se sentiram mais motivados a aprender os conceitos matemáticos por meio das atividades que foram realizadas (questão 2), os alunos afirmaram que sim, sendo que somente um aluno disse que não. Entre as justificativas apresentadas pelos que disseram sim, encontram-se: “foi muito emocionante porque eu nunca tinha feito uma maquete e aprendi um pouco de como fazer uma casa”; “aprendi como se planeja a planta de uma casa e também aprendi muitas coisas que vou levar para a vida toda”. Percebe-se, então, que o ineditismo de uma atividade de modelagem matemática pode contribuir para

a motivação dos alunos nas aulas de Matemática.

Entre os pontos positivos apontados pelos alunos em relação à atividade de modelagem matemática desenvolvida em sala de aula (questão 3), destaca-se: “todas as atividades foram ótimas pois aprendi tudo o que era para aprender”; “os conteúdos foram bem selecionados e não repetitivos”; “foi bom e muito divertido fazer esse trabalho”. Já os pontos negativos citados foram: “deu muito trabalho para fazer os trabalhos e as medidas de cada cômodo”; “foi muito difícil fazer a medida certa da planta da maquete”; “as aulas são muito curtas”.

A partir dos resultados dessa atividade, pode-se inferir que a modelagem matemática exerce alguma influência sobre a motivação dos alunos. E, dessa forma, a predisposição deles para aprender, mesmo quando inicialmente ausente, emerge durante o desenvolvimento da atividade de modelagem. Desse modo, resta claro que a modelagem matemática contribui para o processo de ensino-aprendizagem na EJA, sendo uma alternativa pedagógica recomendada a todos os professores de Matemática que trabalham nessa modalidade de ensino.

## Referências

- ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 8039: projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1983. Citado na página 43.
- ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10126: cotagem em desenho técnico*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1987. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 6492: representação de projetos de arquitetura*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1994. Citado 3 vezes nas páginas 26, 30 e 34.
- ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 13.858-1: telhas de concreto – parte 1: Projeto e execução de telhados*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997. Citado na página 44.
- ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 8196: desenho técnico – Emprego de escalas*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999. Citado na página 31.
- ABNT. *Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 14974-1: bloco sílico-calcário para alvenaria – parte 1: requisitos, dimensões e métodos de ensaio*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003. Citado na página 38.
- AGRANIONIH, N. T. *A teoria da transposição didática e o processo de didatização dos conteúdos matemáticos*. EDUCERE – Revista de educação. Toledo, v.1, n.1, jan/jun., 2001. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/educere/article/view/812/709>>. Acesso em: 20 maio 2015. Citado na página 16.
- ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. *Modelagem Matemática na educação básica. Modelagem Matemática na educação básica*. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 19, 20, 24 e 46.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 20.
- BIANCHINI, E. *Matemática: Bianchini (7º ano)*. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2011. Citado na página 31.
- BIEMBENGUT, M. S. *Modelagem matemática no ensino fundamental*. Blumenau-SC: Edifurb, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 61.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2014. Citado na página 19.
- BRASIL. *Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 dez. 1996*. Brasília: [s.n.], 1996. Citado na página 14.



BRASIL. *Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CEB nº 11/2000. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos*. Brasília: MEC, 2000. Citado na página 25.

BRASIL. *Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Proposta Curricular para a educação de jovens e adultos: segundo segmento do ensino fundamental: 5ª a 8ª série. Vol.3*. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 2002. Citado na página 25.

CAMPOS, I. *Alvenaria com tijolos comuns*. [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo>>. Acesso em: 28 Fev. 2015. Citado na página 36.

COLIN, S. *Técnicas construtivas do período colonial – II*. [s.n.], 2010. Disponível em: <<https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2010/09/06/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-ii/>>. Acesso em: 23 Abr. 2015. Citado na página 45.

DISTRITO FEDERAL. *Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento da Educação Básica - Educação de Jovens e Adultos*. Brasília: SEEDF, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 25.

FERNANDES, A. *Desenho de arquitetura: planta baixa*. [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT14032013210601.pdf>>. Acesso em: 28 Jan. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.

FERNANDES, E. A. *Geometria, modelagem e código de barras na construção de luminárias*. São Carlos: UFSCar, 2013. Citado na página 15.

FERREIRA, A. B. de H. *Miniaurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000. Citado na página 35.

FERREIRA, R. de C.; FALEIRO, H. T.; SOUZA, R. F. de. *Desenho Técnico. Universidade Federal de Goiás – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos*. [s.n.], 2008. Disponível em: <[https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila\\_desenho.pdf](https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf)>. Acesso em: 15 Abr. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 47 e 51.

FONSECA, M. da C. F. R. *Educação matemática de jovens e adultos: especificidades, desafios e contribuições. (Coleção Tendências em Educação Matemática)*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 14, 15 e 24.

GERHARDT, T. E.; SILVERIA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Citado na página 16.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Citado na página 16.

GOMES, A. P. *Desenho Arquitetônico*. Ouro Preto: IFMG, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 29, 30, 41, 43 e 51.

GUIZADA, E. H. *Cobertura*. [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://construcaociviltips.blogspot.com.br/search/label/COBERTURA>>. Acesso em: 22 Mar. 2015. Citado na página 38.

- GUIZADA, E. H. *Soluções de projeto – estruturas*. [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://construcaociviltips.blogspot.com.br/search/label/COBERTURA>>. Acesso em: 01 Mar. 2015. Citado 4 vezes nas páginas 40, 43, 44 e 45.
- GUIZADA, E. H. *Formas de telhados*. [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://construcaociviltips.blogspot.com.br/search/label/TELHADO>>. Acesso em: 25 Mar. 2015. Citado na página 39.
- GUIZADA, E. H. *Regra geral para desenho das linhas do telhado*. [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://construcaociviltips.blogspot.com.br/search/label/CONSTRU%C3%87%C3%83O>>. Acesso em: 25 Mar. 2015. Citado na página 40.
- IBDA. *Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Cobertura com telhas de fibrocimento*. [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo>>. Acesso em: 21 Abr. 2015. Citado na página 43.
- IBDA. *Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Diferenças entre alvenaria estrutural e convencional*. [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo>>. Acesso em: 12 Fev. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- IBDA. *Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. O que usar, tijolo ou bloco?* [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=548>>. Acesso em: 09 Mar. 2015. Citado na página 36.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010*. [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 22 Jan. 2015. Citado na página 46.
- LIMA, C. *O que é “pé direito”?* [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://arquitetoecia.com.br/blog/?p=1566>>. Acesso em: 22 Mar. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 55 e 56.
- OLIVEIRA, L. *Modelagem Matemática no Tratamento e na Distribuição de Água: Propostas para o Ensino de Matemática*. Rio Grande do Sul: UFSM, 2013. Citado na página 15.
- OLIVEIRA, M. K. de. *Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. Revista Brasileira de Educação*. São Paulo: ANPED – Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Educação, n.12, p. 59-73, 1999. Citado na página 15.
- POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. *Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização. Trad. de Ana Thorell*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. Citado na página 16.
- REVISTA MECATRONICA FACIL. *Revista Mecatrônica Fácil. Instalação elétrica domiciliar. Ano 6, n. 36, set/out*. [S.l.: s.n.], 2007. Citado na página 59.
- RODRIGUES, E. *Execução de Alvenarias*. [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/dau/profs/edmund0/Cap%EDtulo4-Alvenaria.pdf>>. Acesso em: 11 Mar. 2015. Citado na página 36.
- RONDOVILLE. *Informações técnicas telha romana natural*. [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://rondoville.com.br/produtos/romana-natural>>. Acesso em: 02 Maio 2015. Citado na página 44.

ROQUE, T.; CARVALHO, J. B. P. *Tópicos de História da Matemática*. Rio de Janeiro: SBM, 2012. Citado na página 18.

SCHILLING, Y. *Telhas de Concreto – Telhados, Preços e muito mais!* [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://construindo.org/telhas-de-concreto/>>. Acesso em: 27 Abr. 2015. Citado na página 43.

SCHULER, D.; MUKAI, H. *Desenho Técnico 1*. [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT04102012160619.pdf>>. Acesso em: 28 Mar. 2015. Citado na página 29.

SEEDCE. *Secretaria da Educação do Ceará. Curso Técnico em Edificações. Escola Estadual de Educação Profissional – EEEP: Ensino Médio Integrado à Educação Profissional*. [S.l.: s.n.], 2011. Citado 3 vezes nas páginas 31, 37 e 38.

SOUSA, I. *Normas para inclinações de telhados*. [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://ew7.com.br/projeto-arquitetonico-com-autocad/index.php/tutoriais-e-dicas/81-normas-para-inclinacoes-de-telhados.html>>. Acesso em: 27 Abr. 2015. Citado na página 42.

VIZIOLI, S. H. T. et al. *Desenho arquitetônico básico*. São Paulo: Pini, 2009. Disponível em: <<http://ew7.com.br/projeto-arquitetonico-com-autocad/index.php/tutoriais-e-dicas/81-normas-para-inclinacoes-de-telhados.html>>. Acesso em: 27 Abr. 2015. Citado 4 vezes nas páginas 27, 34, 39 e 40.

Parte I

Apêndices

## Apêndice A - Questionário de percepção da visão do aluno da EJA quanto ao ensino de Matemática

Este questionário faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do Mestrado Profissional em Matemática (Profmat), que tem como objetivo encaminhar sugestões para melhoria da qualidade do ensino de Matemática. Para isso, sua contribuição é fundamental: responda com sinceridade a todas as questões propostas abaixo. O professor/pesquisador agradece sua valiosa colaboração e esclarece que suas informações pessoais não serão divulgadas em hipótese alguma.

NOME: \_\_\_\_\_

SÉRIE: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_ ANOS

SEXO: ( ) FEMININO ( ) MASCULINO

1) Em relação à sua capacidade de compreensão dos conteúdos matemáticos, você considera que a matemática é uma disciplina?

- a) fácil.
- b) mediana.
- c) difícil.
- d) muito difícil.

Por quê?

---

---

---

---

---

---

---

---

2) A sua dificuldade de aprender matemática (mesmo que pouca) está relacionada principalmente com que elemento do processo de ensino-aprendizagem?

- a) Comigo mesmo (a). Eu me sinto desinteressado (a) em estudar matemática.
- b) Comigo mesmo (a). Eu tenho interesse de aprender, mas não tenho tempo para estudar em casa.
- c) Com o conteúdo. Em sua maioria é mais teórico do que aplicado.
- d) Com o (a) professor(a). A didática dele (a) costuma ser desestimulante e descontextualizada.

3) Você considera que os conteúdos matemáticos ensinados na escola têm utilidade no seu dia-a-dia?

- a) Não, nenhum deles.
- b) Sim, mas poucos deles.
- c) Sim, boa parte deles.
- d) Sim, a maioria deles.

4) O conhecimento matemático que você adquiriu até hoje lhe serve para quê? Dê exemplos de duas situações práticas nas quais você julga que saber matemática é importante.

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) O quanto você se sente motivado (a) nas aulas de matemática?

- a) Nada motivado.
- b) Pouco motivado.
- c) Medianamente motivado.
- d) Muito motivado.

Por quê?

---

---

---

---

---

6) Você entende que é mais importante

- a) estudar em matemática apenas situações-problema relacionadas com outras áreas do conhecimento, com a intenção de compreender a aplicabilidade dos conteúdos dessa disciplina.
- b) estudar em matemática apenas situações-problema dentro do campo da própria matemática, uma vez que ela é uma ciência que deve desenvolver o raciocínio lógico e a capacidade de abstração do aluno.
- c) estudar em matemática apenas o que está relacionado com o cotidiano do aluno, pois, assim, ele tem mais facilidade e motivação para aprender.
- d) estudar em matemática situações-problema tanto aplicadas, relacionadas com outras áreas do conhecimento, quanto teóricas, situadas dentro do campo da própria matemática.

7) De modo geral, como você definiria a maioria dos professores de matemática que teve até hoje?

- a) Um profissional que se preocupa em “passar” todo o conteúdo programático, que explica os conceitos de forma rápida e descontextualizada, e que defende que a matemática é uma disciplina de entendimento de algumas pessoas, e, portanto, poucos alunos irão aprender.

- b) Um profissional que conecta o conteúdo programático com situações-problema da vida cotidiana, e que tenta, sempre que possível, responder a pergunta: para que serve esse conteúdo? E que dá vários exemplos aplicados a fim de esclarecer suas explicações.
- c) Um profissional que realiza atividades práticas em sala de aula e faz com que o aluno seja o protagonista do seu aprendizado e descubra o conhecimento matemático com suas próprias mãos.
- d) Um profissional que cobra a realização de muitos exercícios em sala de aula, de forma repetitiva, que têm por objetivo fixar os procedimentos de resolução dos problemas, mas não colaboram para uma aprendizagem profunda dos conceitos matemáticos estudados.

8) Dê sugestões de como o aprendizado de matemática pode se tornar mais agradável e estimulante para o aluno (Essas sugestões poderiam ser consideradas “dicas” que você daria ao professor de matemática).

---

---

---

---

---

---

---

9) Relate brevemente uma boa aula de matemática que você teve e que ficou gravada em sua memória.

---

---

---

---

---

---

---



## Apêndice B – Distribuição das respostas às questões objetivas do questionário inicial

Questão 1 - Em relação à sua capacidade de compreensão dos conteúdos matemáticos, você considera que a matemática é uma disciplina

- a) (0%) fácil.
- b) (41,7%) mediana.
- c) (33,3%) difícil.
- d) (25%) muito difícil.

Questão 2 - A sua dificuldade de aprender matemática (mesmo que pouca) está relacionada principalmente com que elemento do processo de ensino-aprendizagem?

- a) (0%) Comigo mesmo (a). Eu me sinto desinteressado (a) em estudar matemática.
  - b) (53,3 %) Comigo mesmo (a). Eu tenho interesse de aprender, mas não tenho tempo para estudar em casa.
  - c) (33,3%) Com o conteúdo. Em sua maioria é mais teórico do que aplicado.
  - d) (0%) Com o (a) professor(a). A didática dele (a) costuma ser desestimulante e descontextualizada.
- (13,3%) Não realizou marcação.

Questão 3 - Você considera que os conteúdos matemáticos ensinados na escola têm utilidade no seu dia-a-dia?

- a) (6,7%) Não, nenhum deles.
- b) (6,7%) Sim, mas poucos deles.
- c) (13,3%) Sim, boa parte deles.
- d) (73,3%) Sim, a maioria deles.

Questão 5 - O quanto você se sente motivado (a) nas aulas de matemática?

- a) (6,7%) Nada motivado.
- b) (26,7%) Pouco motivado.
- c) (13,3%) Medianamente motivado.
- d) (53,3%) Muito motivado.

Questão 6 - Você entende que é mais importante

- a) (13,3%) estudar em matemática apenas situações-problema relacionadas com outras áreas do conhecimento, com a intenção de compreender a aplicabilidade dos conteúdos dessa disciplina.
- b) (20%) estudar em matemática apenas situações-problema dentro do campo da própria matemática, uma vez que ela é uma ciência que deve desenvolver o raciocínio lógico e a capacidade de abstração do aluno.
- c) (26,7%) estudar em matemática apenas o que está relacionado com o cotidiano do aluno, pois, assim, ele tem mais facilidade e motivação para aprender.
- d) (40%) estudar em matemática situações-problema tanto aplicadas, relacionadas com outras áreas do conhecimento, quanto teóricas, situadas dentro do campo da própria matemática.

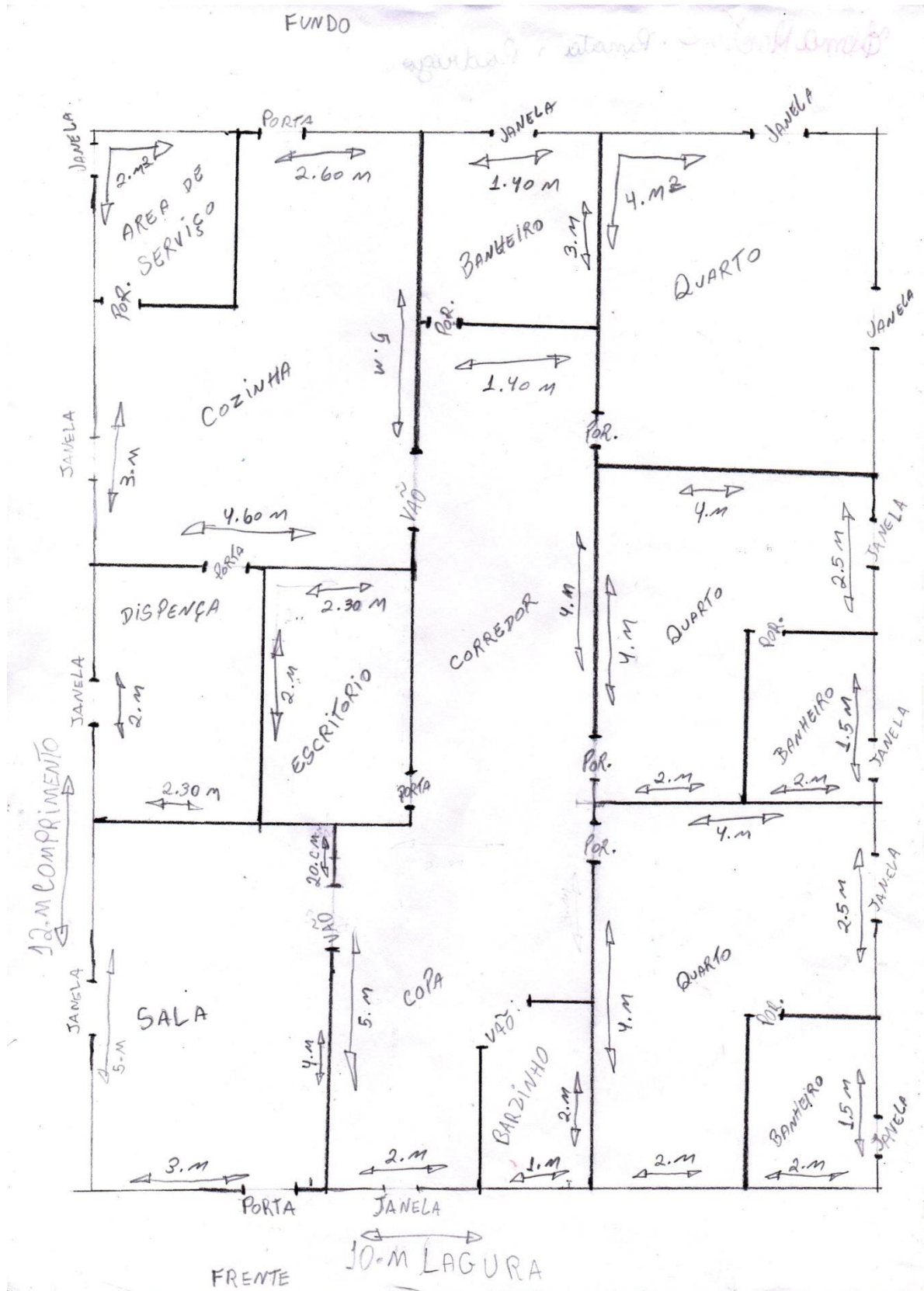
Questão 7 - De modo geral, como você definiria a maioria dos professores de matemática que teve até hoje?

- a) (26,7%) Um profissional que se preocupa em “passar” todo o conteúdo programático, que explica os conceitos de forma rápida e descontextualizada, e que defende que a matemática é uma disciplina de entendimento de algumas pessoas, e, portanto, poucos alunos irão aprender.

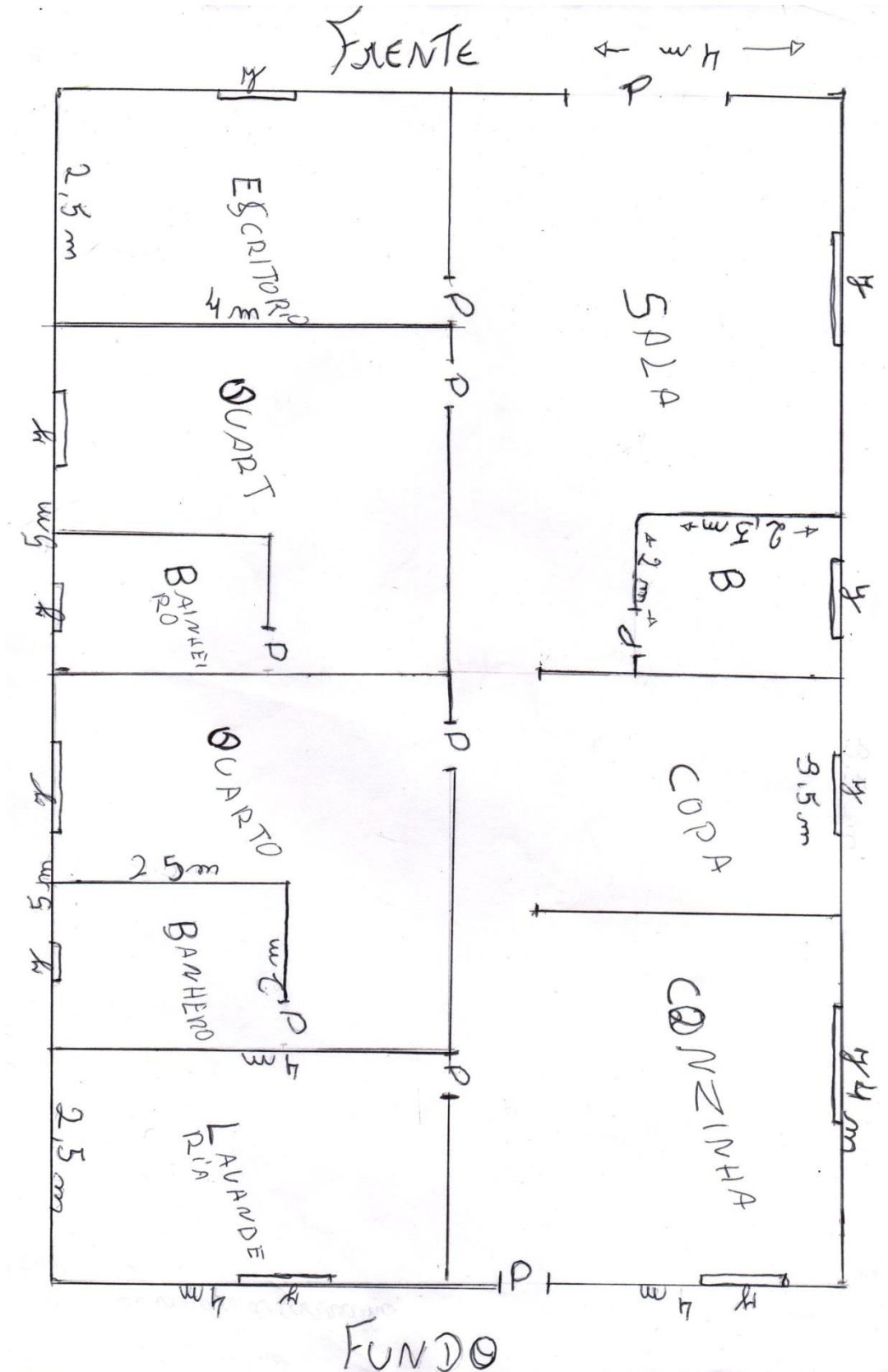
- b) (33,3%) Um profissional que conecta o conteúdo programático com situações-problema da vida cotidiana, e que tenta, sempre que possível, responder a pergunta: para que serve esse conteúdo? E que dá vários exemplos aplicados a fim de esclarecer suas explicações.
- c) (26,7%) Um profissional que realiza atividades práticas em sala de aula e faz com que o aluno seja o protagonista do seu aprendizado e descubra o conhecimento matemático com suas próprias mãos.
- d) (13,3%) Um profissional que cobra a realização de muitos exercícios em sala de aula, de forma repetitiva, que têm por objetivo fixar os procedimentos de resolução dos problemas, mas não colaboram para uma aprendizagem profunda dos conceitos matemáticos estudados.

# Apêndice C - Planta baixa preliminar

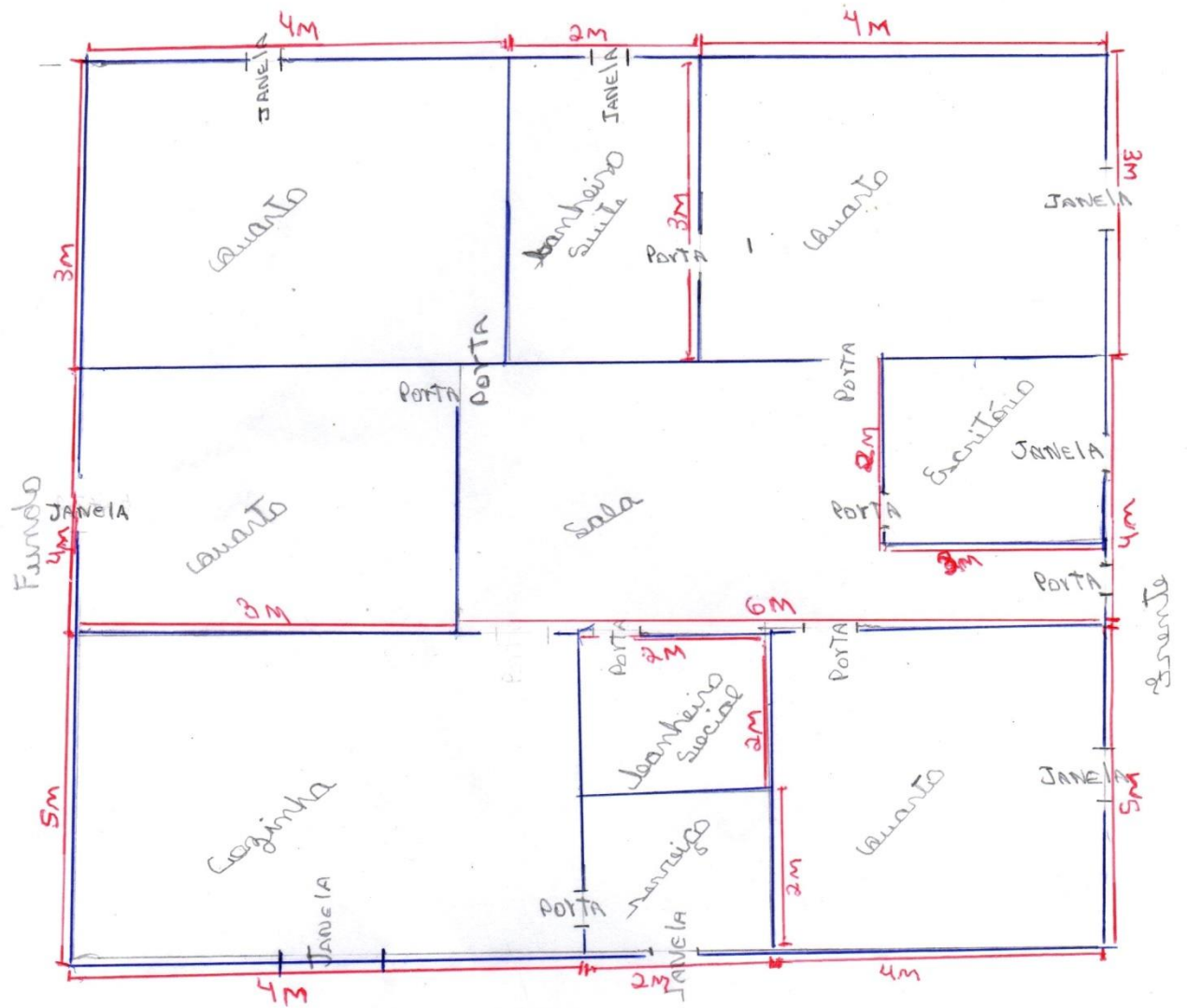
Grupo 1



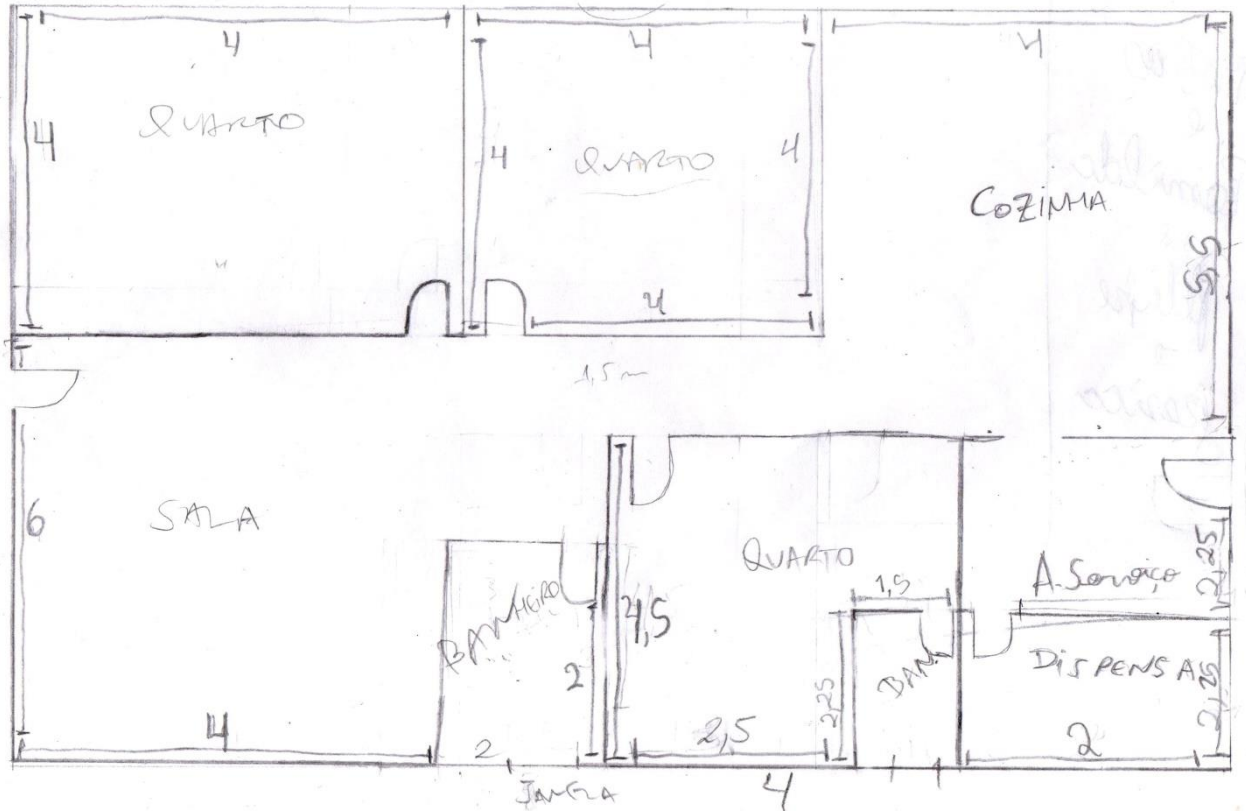
Grupo 2



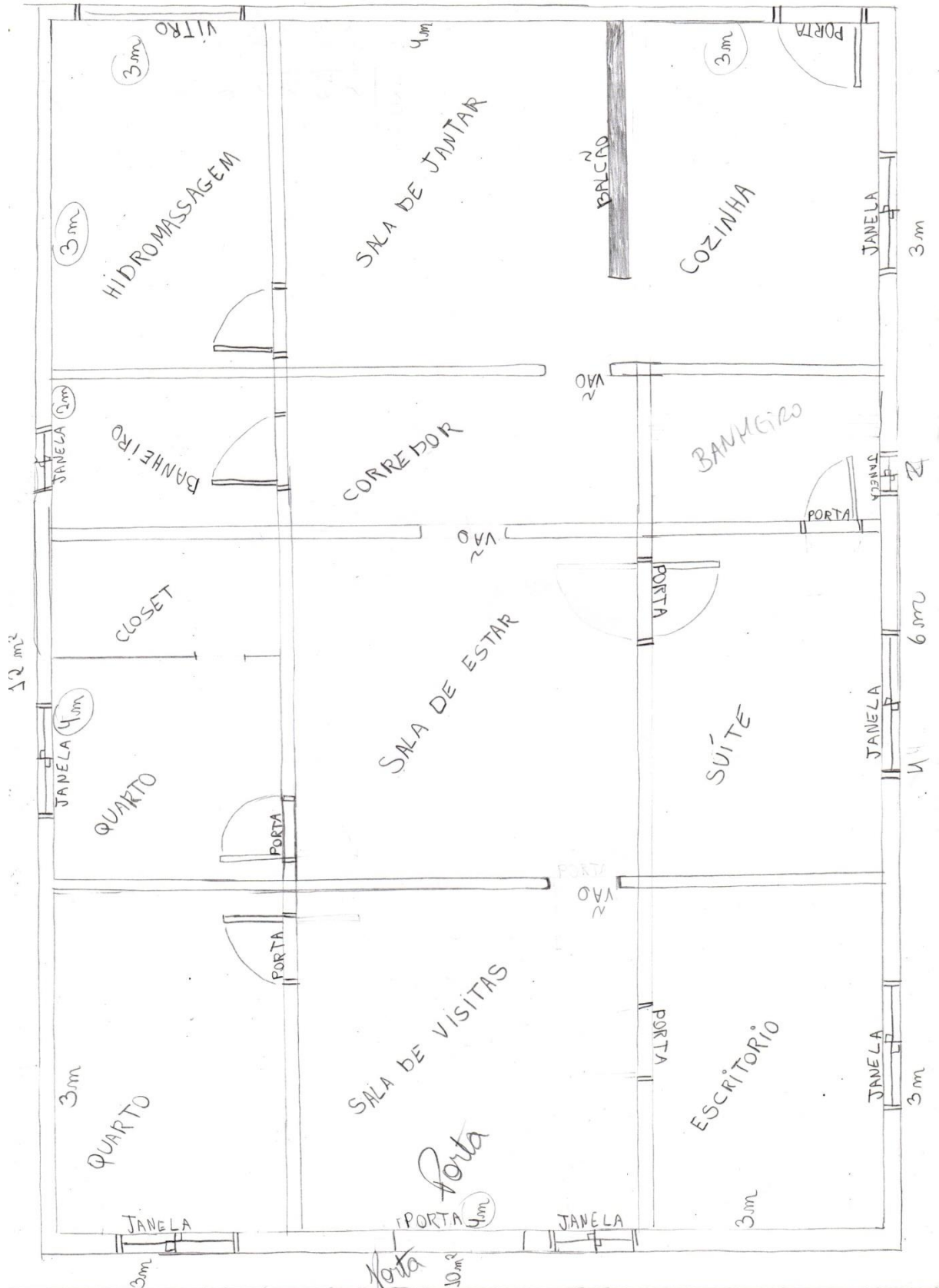
Grupo 3



Grupo 4

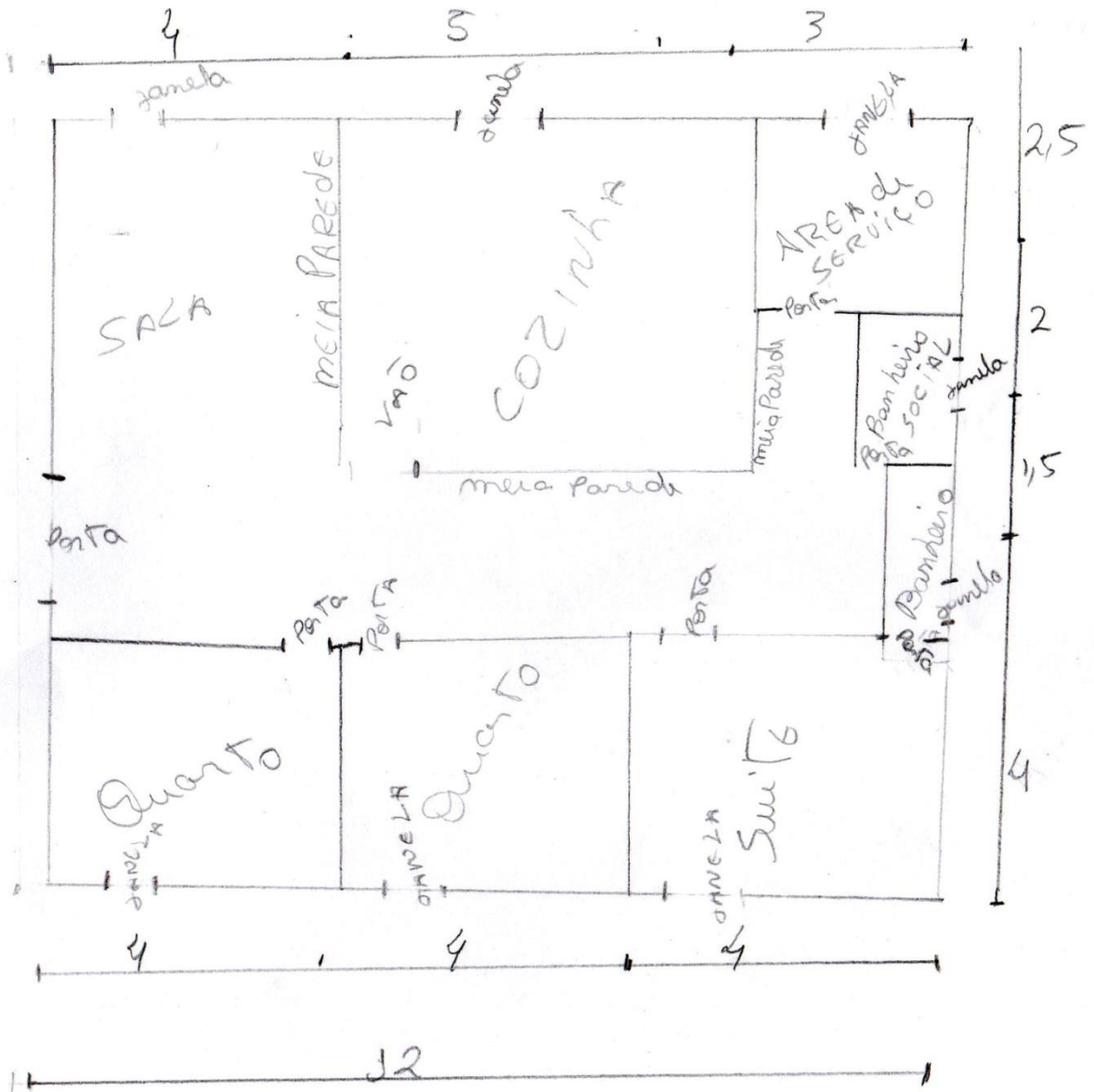


Grupo 5



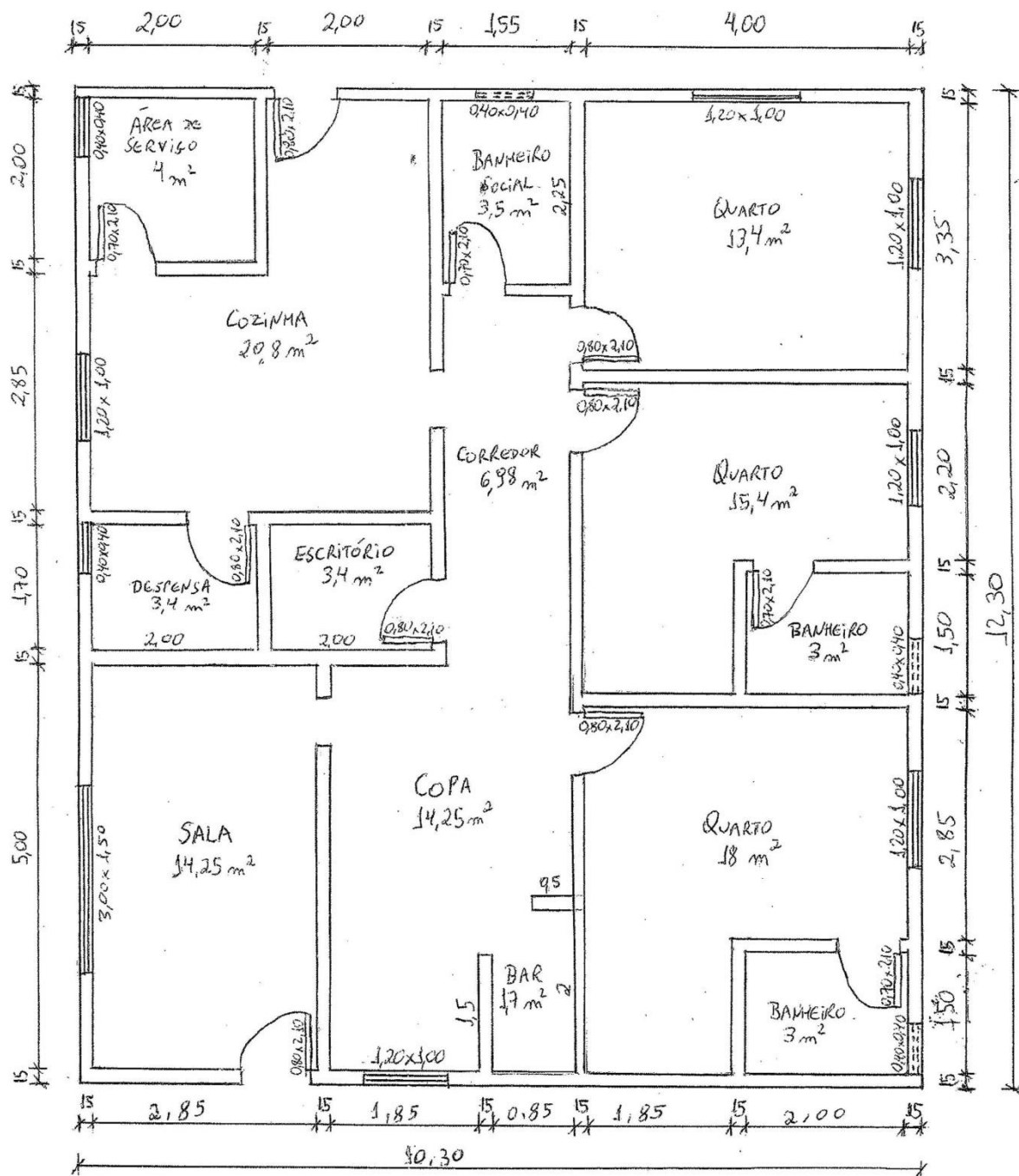


Grupo 6



# Apêndice D – Planta baixa final

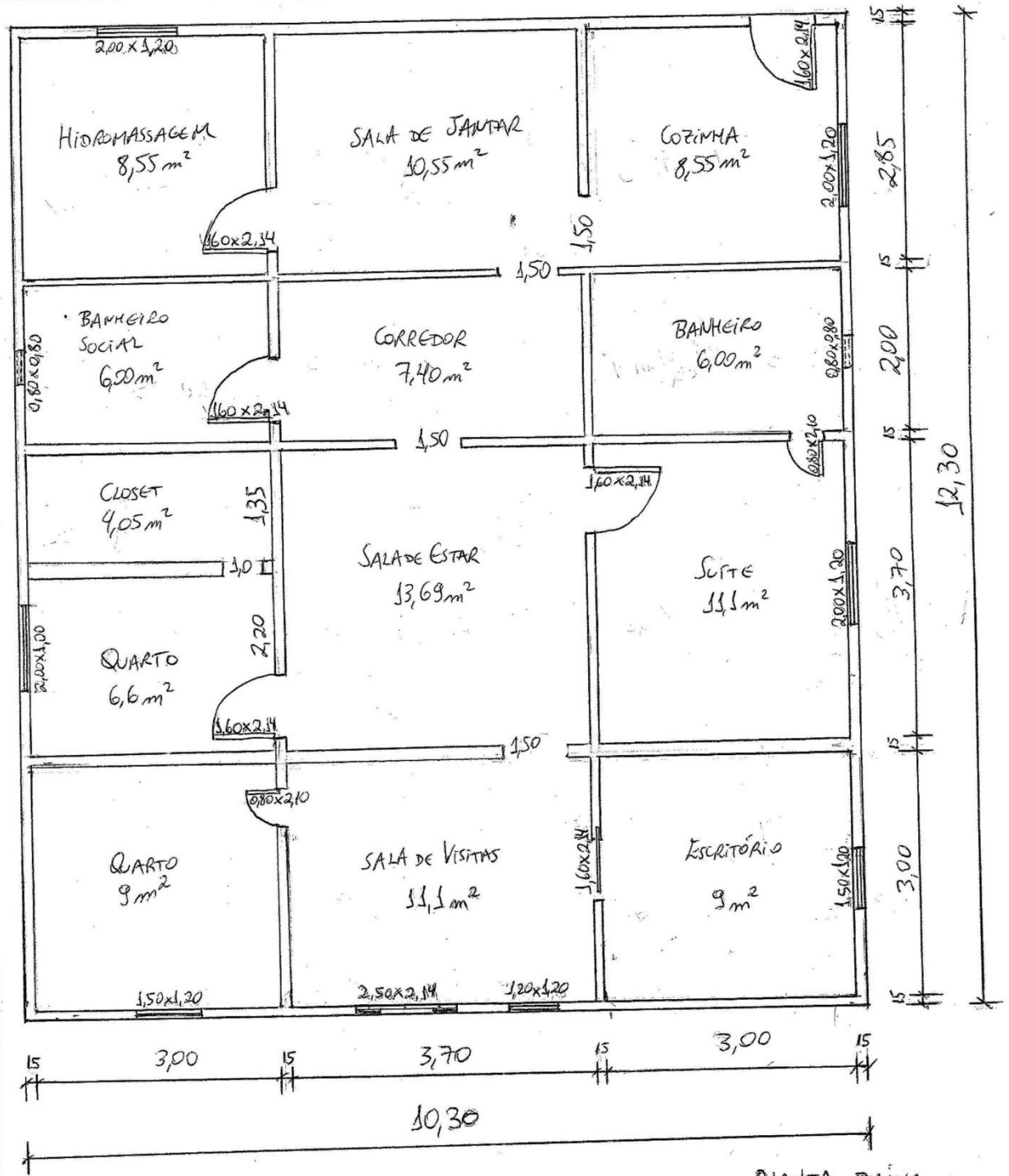
## Grupo 1



PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50

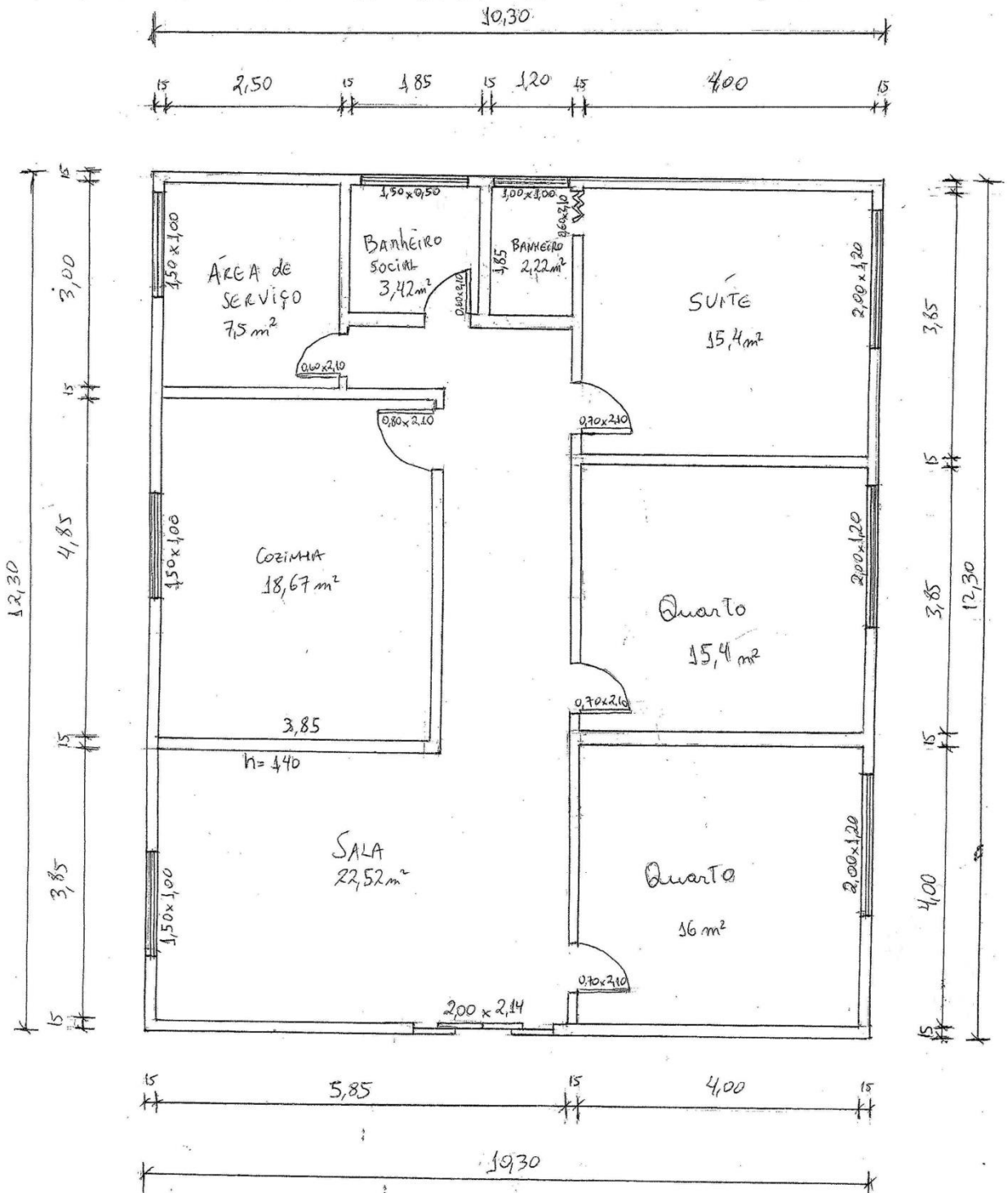


Grupo 5



PLANTA BAIXA  
ESCALA 1:50

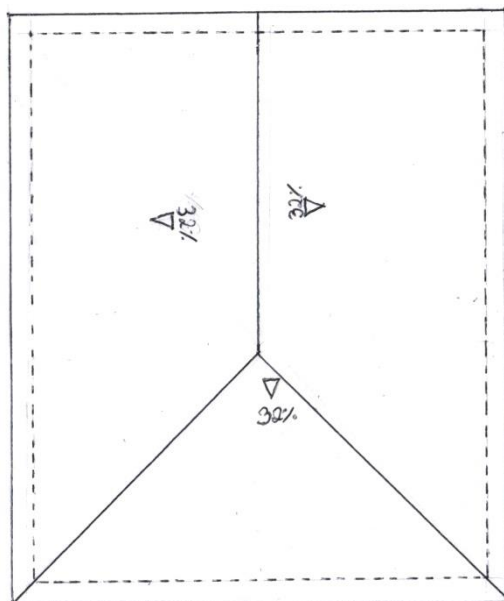
# Grupo 6



Planta Baixa  
Escala 3:50

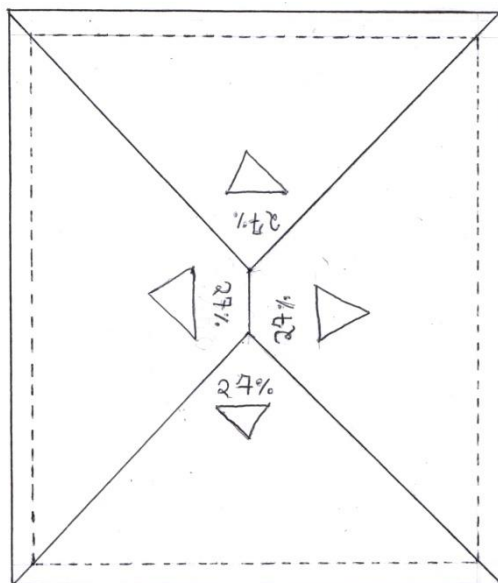
## Apêndice E – Planta de cobertura

Grupo 1



PLANTA DE COBERTURA  
ESCALA 1:100  
OBS.: TELHA COLONIAL

Grupo 5



OBS.: TELHA DE FIBROCEMENTO

PLANTA DE  
COBERTURA  
ESCALA 1:100

## Apêndice F – Maquete da casa

Grupo 1



Frente e lateral esquerda da casa



Fundo e lateral direita da casa





Interior da casa



GRUPO 3



Frente e lateral esquerda da casa



Fundo e lateral direita da casa



Interior da casa



Grupo 5



Frente e lateral esquerda da casa



Fundo e lateral direita da casa



Interior da casa

**Apêndice G - Questionário de percepção da avaliação dos alunos em relação à atividade de modelagem matemática desenvolvida em sala de aula**

- 1) Você considera que aprendeu satisfatoriamente os conteúdos matemáticos (escala, proporção, posição relativa de segmentos de reta, ângulos e outros) desenvolvidos com a atividade de modelagem matemática (planta baixa, planta de cobertura e maquete da casa)?
- a) Não, nenhum deles.
  - b) Sim, mas poucos deles.
  - c) Sim, boa parte deles.
  - d) Sim, a maioria deles.

- 2) Você se sentiu mais motivado a aprender os conceitos matemáticos por meio das atividades que foram realizadas dentro de um tema gerador (planejamento de uma casa)? Justifique.

---

---

---

---

---

---

- 3) Descreva ao menos dois pontos positivos e dois negativos da atividade de modelagem matemática desenvolvida em sala de aula.

Pontos positivos:

---

---

---

---

---

---

Pontos Negativos:

---

---

---

---

---

---

---

- 4) Avalie a maquete que foi produzida pelo seu grupo. Relate se ela é um bom modelo da casa real idealizada pelo grupo e quais aspectos podem ser melhorados.

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Apêndice H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**Universidade de Brasília**

Departamento de Matemática  
Mestrado Profissional em Matemática  
Orientador: Prof. Dr. Mauro Luiz Rabelo

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Título do estudo:** Uma proposta de modelagem matemática como estratégia de ensino-aprendizagem na EJA

**Pesquisador responsável:** Rony Anderson Santos Alencar

**Instituição/Departamento:** UnB – Departamento de Matemática

**Telefone para contato:** (61) 9164-0570

**Local da coleta de dados:** Gama/DF

Prezado(a) Senhor(a):

Você está sendo convidado(a) a participar dessa pesquisa, e antes de concordar, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. O pesquisador deverá responder todas as suas dúvidas antes de você se decidir a participar. Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito.

**Objetivo do estudo.** Validar a modelagem matemática como uma estratégia de ensino-aprendizagem na EJA que contribui para assimilação dos conceitos matemáticos e motivação dos alunos nos estudos dessa disciplina.

**Procedimentos.** Sua participação nessa pesquisa consiste no preenchimento de dois questionários, um no início da pesquisa e outro no final, e no fornecimento de suas produções (desenhos, cálculos e maquete) durante as aulas de matemática do primeiro semestre letivo de 2015.

**Benefícios.** Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício a princípio para você.

**Riscos.** Não há qualquer risco de ordem física ou psicológica para você.

**Sigilo.** As informações fornecidas terão privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados da pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu,

\_\_\_\_\_

concordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Local e data:

\_\_\_\_\_

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato:  
Universidade de Brasília - Campus Universitário Darcy Ribeiro - Brasília – DF - Brasil  
Departamento de Matemática – Pós-Graduação – Profmat  
Tel.: (61) 3107-7236/3107-6481 email: secretaria@mat.unb.br



Parte II

Anexos

## Anexo A – Currículo em movimento da Educação de Jovens e Adultos - 2º segmento (5ª, 6ª e 7ª etapas)

<b>EJA – Segundo Segmento – 5ª etapa – Matemática</b>	
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Conteúdos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar os conhecimentos matemáticos com a cultura do estudante.</li> <li>• Estabelecer a relação da matemática com as tecnologias.</li> <li>• Empregar as tecnologias na compreensão da matemática.</li> <li>• Estabelecer a relação dos conhecimentos matemáticos com o mundo do trabalho.</li> <li>• Reconhecer e utilizar símbolos, códigos e nomenclaturas da linguagem matemática.</li> <li>• Reconhecer os números naturais, suas representações e usos em situações concretas.</li> <li>• Utilizar as propriedades das operações em situações concretas.</li> <li>• Aplicar os conceitos de geometria nas diferentes situações do cotidiano.</li> <li>• Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para interpretação de diferentes textos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do sistema de numeração romano e decimal</li> <li>• Conjunto dos números naturais               <ul style="list-style-type: none"> <li>- operações: adição, subtração, multiplicação (múltiplos e divisores), divisão, noções de potenciação e radiciação - problemas</li> </ul> </li> <li>• Expressões numéricas</li> <li>• Números primos</li> <li>• Decomposição em fatores primos</li> <li>• MMC (Mínimo Múltiplo Comum)</li> <li>• MDC (Máximo Divisor Comum)</li> <li>• Geometria - noções de ponto, reta e plano – ângulos e suas diversas aplicações no cotidiano</li> <li>• Polígonos (identificar as figuras geométricas planas a fim de diferenciá-las com uso de construções concretas com material alternativo)</li> <li>• Interpretação de gráficos e tabelas</li> </ul>

<b>EJA – Segundo Segmento – 6ª etapa – Matemática</b>	
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Conteúdos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar os conhecimentos matemáticos com a cultura do estudante.</li> <li>• Estabelecer a relação da matemática com as tecnologias.</li> <li>• Empregar as tecnologias na compreensão da matemática.</li> <li>• Estabelecer a relação dos conhecimentos matemáticos com o mundo do trabalho.</li> <li>• Reconhecer os números inteiros, suas representações e usos em situações concretas.</li> <li>• Utilizar as propriedades das operações em situações concretas para facilitar os cálculos.</li> <li>• Reconhecer as frações, os decimais e suas representações.</li> <li>• Aplicar os conceitos de geometria nas diferentes situações do cotidiano.</li> <li>• Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto dos números inteiros:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- operações: adição, subtração, multiplicação, divisão, noções de potenciação, radiciação e problemas</li> </ul> </li> <li>• Conjunto dos números racionais:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- frações: conceito e simplificação</li> <li>- operações: adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação</li> </ul> </li> <li>• relação número decimal - fração decimal</li> <li>• Expressões numéricas</li> <li>• Ângulos complementares e suplementares</li> <li>• Interpretação de gráficos e tabelas</li> </ul>

### EJA - Segundo Segmento - 7ª etapa - Matemática

Objetivos específicos	Conteúdos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Relacionar os conhecimentos matemáticos com a cultura do estudante.</li><li>• Estabelecer a relação da matemática com as tecnologias.</li><li>• Empregar as tecnologias na compreensão da matemática.</li><li>• Estabelecer a relação dos conhecimentos matemáticos com o mundo do trabalho.</li><li>• Reconhecer os números irracionais e reais, suas representações e utilizações em situações concretas.</li><li>• Utilizar as propriedades das operações em situações concretas para facilitar os cálculos.</li><li>• Analisar informações envolvendo a variação de grandezas e suas intervenções no cotidiano.</li><li>• Utilizar a regra de três para explorar situações-problema do dia a dia.</li><li>• Calcular porcentagens e juros e utilizar esses conceitos na resolução de problemas do cotidiano.</li><li>• Usar equações e sistemas como estratégias de resolução de problemas.</li><li>• Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conjuntos numéricos</li><li>• Números irracionais e reais</li><li>• Expressões algébricas</li><li>• Razão e proporção</li><li>• Grandezas diretamente e inversamente proporcionais</li><li>• Regra de três simples e composta</li><li>• Juros simples</li><li>• Porcentagem</li><li>• Equação do 1º Grau (problemas)</li><li>• Ângulos colaterais, alternos, correspondentes e opostos pelo vértice.</li><li>• Interpretação e aplicação de gráficos e tabelas</li></ul>