



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ BECHER

**CONHECIMENTOS DE DESENHO MOBILIZADOS POR
ALUNOS EGRESSOS DO CURSO SUPERIOR DE
TECNOLOGIA EM MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES**

Londrina
2006

LUIZ BECHER

**CONHECIMENTOS DE DESENHO MOBILIZADOS POR
ALUNOS EGRESSOS DO CURSO SUPERIOR DE
TECNOLOGIA EM MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Márcia Cristina da Costa Trindade Cyrino

Londrina
2006

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B391c Becher, Luiz.

Conhecimentos de desenho mobilizados por alunos egressos do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações / Luiz Becher.- Londrina, 2006.
179f.: il.

Orientador: Márcia Cristina da Costa Trindade Cyrino.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, 2006.
Bibliografia: f. 109-110.

1. Educação matemática – Teses. 2. Universidades e faculdades – Ex-alunos – Formação profissional – Teses. 3. Edificações – Teses. 4. Desenho – Teses. I. Cyrino, Márcia Cristina da Costa Trindade. II. Universidade Estadual de Londrina. III. Título.

CDU 51:37.02

LUIZ BECHER

**CONHECIMENTOS DE DESENHO MOBILIZADOS POR
ALUNOS EGRESSOS DO CURSO SUPERIOR DE
TECNOLOGIA EM MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Márcia Cristina de Costa Trindade
Cyrino
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Doherty de Andrade
Universidade Estadual de Maringá

Prof^a. Dr^a. Lourdes M. W. de Almeida
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, ____ de _____ de 2006.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai bondoso e fonte de vida.

A minha esposa Rosimeire e aos meus filhos Pedro Augusto e Luís Henrique, pela generosidade com que me acompanharam dando apoio e compreensão.

Aos meus pais, Augusto e Delyr, e aos meus familiares, sogra, irmãs, cunhadas e cunhados, pelo incentivo e motivação.

A professora Dra. Marie-Claire Ribeiro Póla, que primeiro me deu a mão, no despertar para a importância do Desenho.

A professora Dra. Márcia Cristina de Costa Trindade Cyrino, pela orientação precisa, companheirismo e amizade e por acreditar em minhas possibilidades.

A família Villa, especialmente ao Bruno, por me acolherem com carinho.

Aos alunos egressos do Curso de Tecnologia em Materiais para Edificações, participantes da pesquisa, pela simpatia e disponibilidade em atender minhas solicitações.

Aos professores e colegas do curso que souberam compartilhar todos os momentos da caminhada.

BECHER, Luiz. **Conhecimentos de Desenho Mobilizados por Alunos Egressos do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações**. 2006. 179f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar os conhecimentos de desenho mobilizados por alunos egressos do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações, da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão), na resolução de problemas de seu cotidiano profissional. Para a realização da pesquisa optamos por um grupo de alunos formado por 35 sujeitos egressos que já estão atuando no mercado de trabalho e retornaram à Universidade para cursar uma complementação de carga horária para obtenção do diploma de Técnico em Edificações. Desse grupo, somente sete aceitaram participar da pesquisa. Como buscávamos identificar os conhecimentos de desenho, elaboramos quatro problemas que envolveram atividades de desenho, de orçamento e de especificação de materiais, possibilitando ao egresso demonstrar conhecimentos quanto a representação gráfica de objetos. Os problemas foram aplicados nos meses de maio e julho de 2006 e durante a execução das tarefas observamos como o sujeito resolvia a questão e qual a forma de encaminhamento que dava ao problema, o que nos permitiu obter informações complementares. Para a análise, primeiramente, denominamos cada sujeito como S1, S2... S7; na seqüência, classificamos as respostas de acordo com os campos conceituais: o código, a tecnologia e a geometria. Realizada a análise, podemos inferir que quanto ao código, no projeto arquitetônico, os mesmos foram utilizados de forma satisfatória; já, no que se refere a tecnologia, muitos mostraram que não têm facilidade quando precisam utilizar os instrumentos tradicionais sobre a prancheta, demonstrando que têm maior afinidade com o computador, especialmente com o software AutoCAD. Nos problemas que exigiram conhecimentos de geometria, pelo menos cinco dos alunos egressos demonstraram que sabem utilizar corretamente as fórmulas para cálculo de área de figuras, bem como realizar cálculos de volumes de sólidos geométricos, o que nos leva a concluir que esses egressos têm a possibilidade de serem acolhidos pelo mercado de trabalho. Portanto, os alunos que participaram de nossa pesquisa, egressos da UTFPR, mobilizam conhecimentos relacionados ao desenho que facilitarão o desempenho de suas atividades profissionais.

Palavras-chave: Educação Matemática. Desenho. Código. Tecnologia e Geometria.

BECHER, Luiz. **Knowledge of Drawing Mobilized by Egresses Student of the Superior Course of Technology in Materials for Constructions**. 2006. 179f. Dissertation (Master in Teaching of Science and Mathematics Education) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.

ABSTRACT

The present work has as objective to identify the knowledge of drawing mobilized by the pupils egresses of the Superior Course of Technology in Materials for Constructions, of the UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão), in the resolution of problems of its daily professional. For the accomplishment of the research we opted for a group of pupils formed by 35 citizens egresses that already are acting in the work market and had returned to the University to attend workload complementation. From this group, seven had only accepted to participate in the research. As we searched to identify the drawing knowledge, we elaborated four problems that had involved activities of drawing, budget and specification of materials, making possible to the egress to demonstrate to knowledge related to the graphical object representation. The problems were had been applied in the months of May and July of 2006 and during the execution of the tasks we observed how the person sorted out the question and which guiding form that gave to the problem, what allowed us the to get complementary informations. For the analysis, firstly, we called each citizen as S1, S2... S7; in the sequence, we classified the answers in accordance with the conceptual fields: the code, the technology and geometry. Carried through the analysis, we can infer that related to the code, in the architectural project, the same ones had been used of satisfactory form; However, referring to technology, many showed that they do not have hability when they need to use the traditional instruments on the plane table, demonstrated that they have greater affinity with the computer, especially with AutoCAD software. In the problems that demanded geometry knowledge, at least five of the pupils egresses they demonstrated that they know to correctly use formulas for calculation of area of figures, as well as carrying through calculations of volumes of geometric solids, what it makes us conclude that these egresses have the possibility to be received at the market work. Therefore, the pupils who had participated of our research, egresses of the UTFPR, mobilize knowledge related to the drawing that will facilitate the performance of its professional activities.

Keywords: Mathematic Education. Drawing. Code. Technology and Geometry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho em três vistas	47
Figura 2 – Formas de utilização do tijolo	48
Figura 3 – Pilares e vigas	61
Figura 4 – Disposição da forma	63
Figura 5 – Planta baixa da cobertura	87
Figura 6 – Perspectiva da cobertura	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Unidade Curricular de Desenho I	25
Quadro 2 – Unidade Curricular de Desenho II	26
Quadro 3 – Unidade Curricular de Desenho III	26
Quadro 4 – Problema 1	96
Quadro 5 – Problema 2	98
Quadro 6 – Problema 3	99
Quadro 7 – Problema 4	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 A FORMAÇÃO DO TECNÓLOGO	14
2.1 O ENSINO DE DESENHO NO BRASIL	14
2.2 O DESENHO TÉCNICO E A FORMAÇÃO DO TECNOLÓGICO EM MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES	17
2.2.1 A formação do Tecnólogo em Materiais para Edificações.....	18
2.2.2 Atribuições do Tecnólogo e a Disciplina de Desenho Técnico	23
2.2.3 O Desenho Técnico e a Formação do Tecnólogo em Materiais para Edificações, segundo o Projeto Político Pedagógico da UTFPR de Campo Mourão	24
3 A LEITURA E A EXECUÇÃO DO DESENHO TÉCNICO	28
3.1 O CÓDIGO, A TECNOLOGIA E A GEOMETRIA NO DESENHO TÉCNICO	29
3.1.1 Código	30
3.1.2 Tecnologia	31
3.1.3 Geometria	33
3.2 DIFICULDADE NA LEITURA E EXECUÇÃO DE UM DESENHO TÉCNICO	35
4 O MÉTODO	39
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E DO OBJETO DE ESTUDO	39
4.2 DESCRIÇÃO DO GRUPO INVESTIGADO – OS SUJEITOS DE PESQUISA.....	41
4.3 PROCEDIMENTOS PARA A OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES	44
4.4 PARÂMETROS DE ANÁLISE	44
5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	46
5.1 PROBLEMA 1	46
5.1.1 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 1º Problema ..	50
5.1.2 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 1º Problema ..	51
5.1.3 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 1º Problema ..	53
5.1.4 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 1º Problema ..	55
5.1.5 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 1º Problema ..	56

5.1.6	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 1º Problema ..57
5.1.7	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 1º Problema ..59
5.2	PROBLEMA 260
5.2.1	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 2º Problema ..63
5.2.2	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 2º Problema ..64
5.2.3	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 2º Problema ..66
5.2.4	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 2º Problema ..68
5.2.5	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 2º Problema ..69
5.2.6	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 2º Problema ..70
5.2.7	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 2º Problema ..71
5.3	PROBLEMA 373
5.3.1	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 3º Problema ..75
5.3.2	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 3º Problema ..77
5.3.3	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 3º Problema ..78
5.3.4	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 3º Problema ..80
5.3.5	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 3º Problema ..81
5.3.6	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 3º Problema ..83
5.3.7	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 3º Problema ..85
5.4	PROBLEMA 486
5.4.1	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 4º Problema ..89
5.4.2	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 4º Problema ..90
5.4.3	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 4º Problema ..91
5.4.4	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 4º Problema ..92
5.4.5	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 4º Problema ..93
5.4.6	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 4º Problema ..94
5.4.7	Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 4º Problema ..95
5.5	SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS DE DESENHO ESPERADOS E DOS CONHECIMENTOS MOBILIZADOS PELOS ALUNOS EGRESSOS NA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS96
6	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES..... 102
6.1	CONHECIMENTO QUANTO A LEITURA E EXECUÇÃO DE DESENHOS..... 103
6.2	O QUE É POSSÍVEL DIZER SOBRE AS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES LISTADAS NA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DESTE TRABALHO? 107
6.3	A GUIA DE CONCLUSÃO 107

REFERÊNCIAS	109
APÊNDICES	112
Apêndice I - Questões propostas aos Egressos do Curso de Tecnologia em Materiais para Edificações.....	113
Apêndice II – Carta de Cessão.....	116
ANEXOS	118
Anexo I – Unidades Curriculares e Cargas Horárias do Curso de Tecnologia em Materiais para Edificações, da UTFPR – Campus de Campo Mourão	119
Anexo II – Resolução nº. 313, de 26/09/86 do CONFEA	122
Anexo III – UTFPR – Histórico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.....	125
Anexo IV – Dados Coletados com Alunos.....	130

1 INTRODUÇÃO

Em nossa experiência como professor das disciplinas de Desenho I, Desenho II e Desenho III, no curso superior de Tecnologia em Materiais para Edificações da UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão, verificamos uma série de dificuldades na aprendizagem pelos alunos, dos conteúdos de Desenho. Vale destacar que estes conteúdos poderão ser utilizados como uma das ferramentas para a interpretação de projetos, com seus detalhes técnicos e construtivos, pelos profissionais egressos deste curso.

Acreditamos que estas dificuldades podem ter suas origens no Ensino Fundamental e Médio, pois o Desenho não aparece como disciplina no currículo atual de nossas escolas. Segundo Campos (2001), o ensino de Desenho foi extinto enquanto disciplina curricular pela lei 5692/71, passando a ser considerado conteúdo programático das disciplinas de Matemática e de Educação Artística. Nascimento (1996) afirma que em geral essas disciplinas não exploram convenientemente os conceitos básicos do Desenho Geométrico, bem como, não desenvolvem as habilidades necessárias que dariam base para o aluno cursar a disciplina de Desenho em cursos técnicos. Desta forma, alguns alunos chegam ao curso superior praticamente “analfabetos”, no que se refere à linguagem gráfica que o Desenho representa, e sem preparo para desenvolverem as habilidades que o Desenho Técnico pode lhes oferecer para resolver problemas relacionados à sua futura profissão.

Pela nossa prática no magistério, ensinando desenho, notamos que os alunos que chegam ao curso, mesmo sem conhecimentos de desenho, têm em mente a necessidade de aprender essa linguagem, pois ela será necessária para a aplicação prática de seu dia a dia profissional. Para facilitar o aprendizado, os alunos passam primeiramente pela sala de desenho, onde são usados os instrumentos tradicionais de desenho como prancheta, régua paralela, papel sulfurizê, lapiseira, borracha, esquadros, escalímetro, etc. Nesta fase, usam-se também, materiais de apoio como cubos de isopor, para facilitar a visualização de vistas e montagem de perspectivas; maquetes de uma residência com os recortes referentes a planta baixa, cortes e elevações. Somente após este aprendizado com os materiais

tradicionais é que o aluno vai para o Laboratório de Informática, onde irá aprender a lidar com técnicas de computação gráfica.

A disciplina de Desenho tem importância para o Tecnólogo em Materiais para Edificações, na medida em que irá ajudá-lo a ler e representar suas idéias de forma gráfica, concebendo e visualizando os espaços como eles são, com comprimento, largura e altura, isto é, de forma tridimensional. O campo profissional nos parece ser bastante amplo para o desenvolvimento deste profissional. Como exemplos da aplicação dos conhecimentos de desenho, se o aluno egresso do curso for trabalhar na área de desenvolvimento de projetos, fazendo produção de desenho técnico, deverá representar suas idéias de forma correta, para que outros profissionais possam executar estes projetos. Por outro lado, ao desenvolver trabalhos na área de orçamentação e especificação de materiais, terá que saber ler um projeto para compreendê-lo em seus detalhes e, assim, quantificar com precisão os itens necessários para a sua viabilização. Se for trabalhar na execução de obras, deverá saber ler o projeto para poder realizá-lo de forma fidedigna, conforme indicam as especificações e desenhos. Além destas possibilidades, poderá ainda trabalhar em lojas, na venda de materiais para construção, na indústria, produzindo materiais básicos e de acabamento, em empresas que produzem concretos ou elementos pré-moldados de concreto, em laboratórios, efetuando ensaios, além de outras possibilidades.

O objetivo deste trabalho é identificar os conhecimentos de desenho mobilizados por alguns alunos egressos do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações, da UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão, na resolução de problemas que podem aparecer na atividade profissional do Tecnólogo em Materiais para Edificações.

Saber “ler” e “executar” um desenho, um projeto, utilizar técnicas de representação gráfica, parecem ser um requisito para o desempenho das atribuições desses profissionais. Assim, procuramos verificar em que medida esses egressos fazem uso do desenho no seu cotidiano como tecnólogos.

Assim sendo, neste primeiro capítulo temos a introdução do trabalho. No segundo capítulo discutimos alguns aspectos sobre o ensino de desenho no Brasil e a formação dos tecnólogos, sob dois pontos de vista: de documentos oficiais e de pesquisas relacionadas a este tema. Quanto aos documentos, apresentamos as atribuições legais dos tecnólogos e a regulamentação de sua profissão, segundo

deliberação do CONFEA¹, dos aspectos presentes no Projeto Político Pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações, na UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, enfatizando a disciplina de Desenho.

No terceiro capítulo buscamos analisar pesquisas relacionadas ao processo de ensino e de aprendizagem do Desenho e ao desenvolvimento das habilidades de leitura e representação gráfica.

No quarto capítulo são apresentadas características da pesquisa e do objeto de estudo, bem como os sujeitos envolvidos, os procedimentos utilizados na coleta de dados e a perspectiva de análise dos mesmos.

No capítulo cinco apresentamos os problemas propostos aos egressos, dando primeiramente soluções que esperávamos e, por fim, fazemos a análise de cada um desses problemas e as soluções apresentadas por cada um dos egressos.

Como conclusão, lançaremos um olhar crítico à nossa pesquisa, sobre a metodologia adotada, sobre o que a pesquisa pode trazer de contribuição para a educação tecnológica de um modo geral e para o ensino de Desenho em particular. Daremos algumas pistas para a realização de novas pesquisas.

Em seguida, apresentamos as referências bibliográficas usadas na realização da pesquisa, os anexos relacionados às leis que regulamentam a profissão de Tecnólogo em Materiais para Edificações, estabelecidas pelo CONFEA, o Projeto Político Pedagógico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná para o Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações e como apêndice os problemas propostos aos egressos.

¹ CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

2 A FORMAÇÃO DO TECNÓLOGO

Neste capítulo discutimos alguns aspectos sobre o ensino de Desenho no Brasil e o papel do Desenho na formação do tecnólogo. Buscamos identificar em documentos oficiais os objetivos da educação profissional, as atribuições legais dos tecnólogos, a regulamentação da profissão segundo as deliberações do CONFEA e o papel da disciplina de Desenho². Apresentamos também aspectos relativos a formação do Tecnólogo em Materiais para Edificações segundo o projeto político pedagógico do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações da UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

2.1 O ENSINO DE DESENHO NO BRASIL

As primeiras discussões que demonstravam preocupações com o ensino do Desenho no Brasil aconteceram no início do período monárquico, a partir de 1808, com o incentivo para a criação de algumas escolas, que valorizavam o aspecto artístico do desenho e o tinham como cultivo de dons para os mais dotados.

No início do século XX, as escolas e o ensino do desenho estavam ainda sob a influência das recentes teorias da psicologia que colocavam o desenho somente como manifestação natural e necessária ao desenvolvimento da criança, mas devido ao processo de industrialização pelo qual passava o país é que se buscou uma maior valorização da disciplina.

O Desenho só entrou no currículo, no mesmo nível das demais disciplinas, com a Reforma Francisco Campos em 1931. Esta reforma deu unidade ao ensino no Brasil e regulamentou o Desenho no curso secundário estabelecendo, inclusive, programas oficiais para esta disciplina em todo o país (NASCIMENTO, 1996).

² Normalmente nos ensinos fundamental e médio, quando o Desenho é ensinado, as disciplinas chamam-se simplesmente de Desenho e tratam de todos os aspectos relativos ao desenho. Nos cursos de nível técnico ou superior, normalmente se estuda o Desenho Técnico, sendo os conteúdos selecionados de acordo com a área de formação do respectivo curso.

Assim, o ensino do Desenho permaneceu oficialmente por 40 anos consecutivos nos currículos escolares – de 1931 a 1971. Até a década de 1950, mesmo sendo considerada como uma época áurea do desenho havia uma série de contradições dentro da disciplina, pois enquanto se ressaltava o desenvolvimento da imaginação e da criatividade, na prática, o que se realizava eram cópias, observando-se rigidamente a regra, o método e a disciplina. No final dos anos 1950, novos rumos são vislumbrados e os debates tendem a defender um ensino que permitisse explorar os aspectos de um desenho artístico calcado em maior liberdade.

Com a entrada em vigor da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961, a disciplina de Desenho acabou sendo colocada em desvantagem em relação às demais, uma vez que a mesma foi relacionada como disciplina complementar, ficando para integrar os currículos, a mercê da escolha dos representantes das unidades escolares. Praticamente não aconteceram alterações e o Desenho continuou presente no currículo com a mesma metodologia das décadas anteriores.

Em 1971, com a promulgação da Lei nº. 5692 (LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), os currículos escolares foram novamente alterados. Essa lei reorganizou o ensino, unificando os antigos cursos primário e ginásial, constituindo o Ensino de 1º grau e substituindo o antigo Colegial pelo Ensino de 2º grau. Nesse processo, o Desenho passou a ser considerado como disciplina optativa e se restringiu mais aos aspectos puramente geométricos. Foi introduzida a disciplina de Educação Artística como parte do núcleo comum desses níveis de ensino, e esta incorporou alguns aspectos da disciplina de Desenho, descaracterizando o Desenho trabalhado até então. Foram privilegiados os aspectos mais artísticos (desenho natural e decorativo) (NASCIMENTO, 1996).

Hoje já temos uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a Lei 9394/96, que substituiu os antigos níveis de ensino de 1º e 2º graus para Ensino Fundamental e Ensino Médio. O que se pode perceber é que, apesar da grande contribuição do conhecimento do Desenho, nas mais diversas áreas da história evolutiva da humanidade, o ensino de Desenho está relegado a um segundo plano, com seus conteúdos distribuídos nas disciplinas de Matemática e Educação Artística, tanto no Ensino Fundamental, como no Ensino Médio. Há que se ressaltar entretanto que no Ensino Médio aparece como disciplina em alguns cursos técnicos

profissionalizantes, em algumas modalidades como o desenho técnico, arquitetônico, mecânico, de publicidade, dentre outros (CAMPOS, 2001).

Segundo o artigo 22 da nova LDB (9394/96), a educação básica tem por finalidade, “desenvolver o educando, assegurando-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. Esta última finalidade deve ser desenvolvida precipuamente pelo Ensino Médio, uma vez que entre as suas finalidades específicas incluem-se “a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando”, a serem desenvolvidas por um currículo que

destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania (Lei 9394/96, art. 36, item I)

Vemos assim, que no Ensino Médio temos a possibilidade de preparar o educando para o exercício de profissões técnicas, possibilidade esta admitida pelo parágrafo 2º. do artigo 36 da lei, desde que assegurada a formação básica. Ao mesmo tempo, a educação profissional foi tratada em capítulo à parte, nos artigos 39 a 41, como prática educativa a que todos os cidadãos podem ter acesso, devendo se realizar de forma articulada com o trabalho, a ciência e a tecnologia.

Entretanto, ao regulamentar a educação profissional, o Decreto nº. 2.208/97, incluindo o parágrafo 2º. do artigo 36 da nova LDB, impossibilitou qualquer perspectiva profissionalizante no ensino médio, salvo como elemento organizador da parte diversificada do currículo, de até 25% da carga horária mínima obrigatória dessa etapa (RAMOS, 2003).

Dessa forma, o que se pode perceber é que, apesar dos conteúdos de Desenho estarem presentes de forma mais dispersa em disciplinas como Educação Artística e Matemática, abrem-se perspectivas para que essa disciplina possa entrar no currículo do Ensino Médio, de forma consistente e abrangente, valorizando-se de forma plena seu conhecimento.

2.2 O DESENHO TÉCNICO E A FORMAÇÃO DO TECNÓLOGO EM MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES

Um profissional de qualquer área de conhecimento deverá ter habilidades e competências que o farão apto a bem desempenhar suas atividades. Entretanto, cada modalidade profissional tem suas características próprias, sua linguagem, sua maneira de pensar, de agir e de se comunicar, para alcançar os resultados que a caracterizam. Para o egresso de um curso superior como o de Tecnologia em Materiais para Edificações, o Desenho será utilizado como ferramenta para dar suporte às suas atividades profissionais. Assim, é de se supor que se o egresso não tiver um bom conhecimento de Desenho, poderá encontrar dificuldades e obstáculos que o impedirão de bem realizar as suas atividades, quando for buscar sua colocação no mercado de trabalho.

Como vimos, no Ensino Fundamental e no Ensino Médio o ensino de Desenho deixa a desejar, portanto no Curso Superior, essa disciplina deverá ser trabalhada de modo a desenvolver no estudante competências e habilidades para o seu desempenho como profissional.

Assim, o ensino do Desenho Técnico deve promover condições do aluno em lidar com a linguagem gráfica, compreendendo a simbologia desta área de saber, bem como possibilitar que se comunique por meio dessa linguagem tornando-se apto a avaliar e orientar suas representações gráficas, pois serão de sua responsabilidade as informações contidas em seus trabalhos.

Com o decorrer do tempo, o que se percebe, é que se passou de um ensino em que predominava a geometria para um ensino em que predomina a tecnologia. Com o advento da computação gráfica têm se valorizado mais o aspecto da utilização da máquina, ou da correta utilização dos comandos de um software, em detrimento dos conhecimentos do desenho em si.

Atualmente, muitos acreditam que, nos cursos superiores, é suficiente apresentar os conteúdos tecnológicos por meio dos objetos técnicos. Procedendo assim, corre-se o risco de formar profissionais cujas competências são insuficientes para resolver numerosas tarefas.

Para Rebardel (1985), a aprendizagem da leitura e a escrita do Desenho Técnico devem ter por objetivo a aquisição de competências equilibradas

em três campos conceituais: o código (normas de desenho), a tecnologia e a geometria.

Podemos levantar uma hipótese de que esses três campos estão em permanente interação nas atividades de leitura do Desenho Técnico. É com base no conhecimento, e a prática desses diferentes domínios, que um leitor pode decodificar o desenho de uma peça ou de um conjunto técnico, que ele pode tirar daí as informações que lhe são necessárias, levando em conta a finalidade de sua ação.

O que nos parece importante é que a construção do código e dos aspectos geométricos e projetivos tornam-se, também, objetos de uma orientação sistemática do lado do ensino e constituem em sua interação a identidade mesma do Desenho Técnico. Nós acreditamos que isso implica, por parte dos professores, uma orientação sistemática da aprendizagem em cada um desses domínios. Apresentaremos uma discussão mais abrangente desse assunto no capítulo 3.

2.2.1 A formação do Tecnólogo em Materiais para Edificações

De acordo com o Manual do Profissional da Engenharia, Arquitetura e Agronomia (2000), do CREA-PR³, em 1808, fugindo das tropas napoleônicas, a Família Real Portuguesa veio para o Brasil e criou novos estabelecimentos governamentais militares, científicos, culturais e de formação profissional, até então limitados ou proibidos na Colônia.

O Decreto 3001, de 1880, fixou requisitos para que engenheiros civis, geógrafos e agrimensores pudessem exercer cargos e funções de nomeação do governo. Em 1890, o exercício da profissão de agrimensor e a criação do grau de “Doutor em Ciências” e “Distintivo” de Engenheiro, respectivamente, foram regulados pelos Decretos 9827 e 1073.

Com a aprovação da nova Constituição, em 1891, foi transferida aos Estados a responsabilidade de criar as faculdades de ensino e, também, a

³ CREA-PR – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná.

incumbência de controlar as profissões técnicas dentro dos seus respectivos territórios.

Em 1933, o Decreto 23296 regulamenta a profissão de agrônomo e o Decreto 23569, regulamenta as profissões de engenheiro, arquiteto e agrimensor.

Com o avanço tecnológico, e também com a ampliação dos campos de atuação profissional, foi necessária nova regulamentação profissional na área da engenharia, arquitetura e agronomia, que se efetivou pela Lei Federal 5194, de 24/12/66. Os tecnólogos dessas áreas profissionais (Engenharia, Arquitetura e Agronomia), por conseguinte, se vinculam a esta lei.

As primeiras experiências de cursos superiores de tecnologia (engenharias de operação e cursos de formação de tecnólogos, ambos com três anos de duração) no âmbito do sistema federal de ensino e do setor privado e público, aconteceram em São Paulo no final da década de 60 e início da década de 70, apoiados em necessidades do mercado e respaldados pela Lei 4024/61 e por legislação subsequente.

Vale lembrar que neste período o país era governado pelos militares e vivia-se numa época de crescimento econômico vertiginoso, o chamado período do “Milagre Brasileiro”. Em todos os setores da economia existiam investimentos financiados pelo governo e, para melhor ou pior, parecia que tudo no país alcançava índices jamais vistos ou previstos. O contingente populacional explodia, com a transferência da população do campo para a cidade, surgiam novos desafios, provocados pelas enormes aglomerações. Havia um grande crescimento na construção civil, fosse de residências, fosse de grandes obras que davam continuidade aos investimentos estatais em setores básicos como, por exemplo, a energia e os transportes. A produção industrial se ampliava a todo o vapor, e as exportações batiam recordes. A idéia em voga era executar, em todos os setores básicos da economia, um forte programa de substituição de importações.

Neste cenário, eram necessários profissionais competentes aptos a se dedicarem às novas possibilidades de desenvolvimento que se abriam em todas as frentes, dentro do país.

Durante os anos 70, os cursos de formação de tecnólogos passaram por uma fase de crescimento, entretanto, os cursos de engenharia de operação foram extintos a partir de 1977.

Assim, os cursos de formação de tecnólogos deviam primar pela sintonia com o mercado e o desenvolvimento tecnológico. Mas, em 1979, o MEC mudou sua política de estímulo à criação de cursos de formação de tecnólogos nas instituições públicas federais. A partir dos anos 80, muitos desses cursos foram extintos do setor público e o crescimento de sua oferta passou a ser feita por meio de instituições privadas.

O CONFEA, visando regulamentar o exercício profissional dos tecnólogos, editou a Resolução Nº. 313, de 26/09/86, sem o que a eles ficaria vedado o exercício e desempenho profissional, (Essa resolução está apresentada na íntegra no Anexo I).

Quanto às atividades que podem ser desenvolvidas por este profissional os documentos enfocam as seguintes possibilidades:

- Vistoria, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico.
- Atuação na pesquisa, análise e experimentação.
- Atuação no ensino, desde que atenda as exigências da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDBE.
- Elaboração de orçamentos.
- Padronização, mensuração e controle de qualidade.
- Execução e fiscalização de obras e serviços técnicos.
- Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção.
- Execução de desenho técnico

Em 1995, o país contava com 250 cursos superiores de tecnologia, na sua maioria ofertados pelo setor privado - mais da metade na área da computação.

O parecer CNE/CES 436/2001 de 02/04/2001 cita o Decreto nº. 2208 de 17/4/97, que regulamenta a educação profissional prevista nos artigos 39 a 42 da Lei 9394/96, e fixa os objetivos da educação profissional, quais sejam:

- promover a transição entre a escola e o mundo do trabalho, capacitando jovens e adultos com conhecimentos e habilidades gerais e específicas para o exercício das atividades produtivas;
- proporcionar a formação de profissionais aptos a exercerem atividades específicas no trabalho, com escolaridade correspondente aos níveis médio, superior e de pós-graduação;
- especializar, aperfeiçoar e atualizar o trabalhador em seus conhecimentos tecnológicos;
- qualificar, reprofissionalizar e atualizar jovens e adultos trabalhadores, com qualquer nível de escolaridade, visando a sua inserção e melhor desempenho no exercício do trabalho.

O mesmo parecer, ressalta, no entanto, que todas as modalidades de cursos superiores, conforme prevê o Art. 44 da Lei 9394/96, podem ter características profissionalizantes.

O Decreto 2208/97 prevê, em seu artigo 3º, a educação profissional em nível tecnológico, correspondente a cursos de nível superior na área tecnológica, destinados a egressos do Ensino Médio e Técnico. Tais cursos, de nível superior, correspondentes à educação profissional de nível tecnológico, deverão ser estruturados para atender aos diversos setores da economia, abrangendo áreas especializadas e conferirão diploma de Tecnólogo.

O Decreto nº. 2406 de 27/11/97, por sua vez, ao regulamentar a Lei no 8948/94, em consonância com o Art. 40 da Lei 9394/96, define que os Centros de Educação Tecnológica se constituem em modalidade de instituições especializadas de educação profissional. Enfatiza que tais Centros têm por finalidade formar e qualificar profissionais nos vários níveis e modalidades de ensino, para os diversos setores da economia e realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico de novos processos, produtos e serviços, em estreita articulação com os setores produtivos e a sociedade, oferecendo mecanismos para a educação continuada.

Essa permanente ligação com o meio produtivo, com as necessidades da sociedade, coloca esses cursos em uma excelente perspectiva de atualização, renovação e auto-reestruturação.

Os cursos superiores de tecnologia podem ser ministrados por Universidades, Centros Universitários, Centros de Educação Tecnológica, Faculdades Integradas e Isoladas e Institutos Superiores e serão objetos de processos de autorização e reconhecimento.

O parecer CNE/CES 436/2001 de 02/04/2001, enfatiza que:

[...] os cursos superiores de tecnologia parecem ressurgir como uma das principais respostas do setor educacional às necessidades e demandas da sociedade brasileira. Os Centros de Educação Tecnológica parecem ser uma sólida e instigante estrutura institucional para abrigar e desenvolver a educação tecnológica, apresentando-se com características bastante interessantes para o ensino superior tecnológico, especialmente para os cursos que conduzem a diploma de Tecnólogo.

De acordo com este parecer (436/2001), até a década de 80, a formação profissional limitava-se ao treinamento para a produção em série e padronizada, a partir daí, novas formas de organização e gestão modificaram estruturalmente o mundo do trabalho. Um novo cenário econômico e produtivo se estabeleceu com o desenvolvimento e emprego de tecnologias complexas agregadas à produção e à prestação de serviços e pela crescente internacionalização das relações econômicas.

Passou-se, assim, a requerer do trabalhador, uma sólida base de educação geral, educação profissional básica, qualificação profissional de técnicos e educação continuada para atualização, aperfeiçoamento, especialização e requalificação.

Além disso, com a utilização de novas tecnologias, cresceu a exigência de profissionais polivalentes, capazes de interagir em situações novas e em constante mutação. Como resposta a este desafio, escolas e instituições de educação profissional buscaram diversificar programas e cursos profissionais, atendendo a novas áreas e elevando os níveis de qualidade de oferta.

A educação profissional deixou de ser concebida como simples instrumento de política assistencialista ou linear, ajustamento às demandas do mercado de trabalho. Agora, passa a ser importante estratégia para que os cidadãos tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas da sociedade. Impõe-se a superação do enfoque tradicional da formação profissional baseado apenas na preparação para a execução de um determinado conjunto de tarefas. A educação profissional requer além do domínio operacional de um determinado fazer, a compreensão global do processo produtivo, com a apreensão do saber tecnológico, a valorização da cultura do trabalho e a mobilização dos valores necessários à tomada de decisões.

Os Cursos Superiores de Tecnologia devem compreender atividades de planejamento, projeto, acompanhamento e orientação técnica à execução e à

manutenção de obras civis, como edifícios, aeroportos, rodovias, ferrovias, portos, usinas, barragens e vias navegáveis; abrangendo ainda a utilização de técnicas e processos construtivos em escritórios, execução de obras e prestação de serviços.

Analisaremos a seguir, algumas das atribuições dos tecnólogos relacionados às disciplinas de Desenho.

2.2.2 Atribuições do Tecnólogo e a Disciplina de Desenho Técnico

De acordo com o art. 3º, da Resolução 313, de 26/09/86, do CONFEA, as atribuições dos Tecnólogos, em suas diversas modalidades, para efeito do exercício profissional e da sua fiscalização, respeitados os limites de sua formação, consistem em: elaboração de orçamento; padronização, mensuração e controle de qualidade; condução de trabalho técnico; condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção; execução de instalação, montagem e reparo; operação e manutenção de equipamento e instalação; execução de desenho técnico.

No parágrafo único desse artigo temos:

“Compete, ainda, aos Tecnólogos em suas diversas modalidades, sob a supervisão e direção de Engenheiros, Arquitetos ou Engenheiros Agrônomos: execução de obra e serviço técnico; fiscalização de obra e serviço técnico; produção técnica especializada.”

Finalmente, o art. 4º da resolução 313:

“Quando enquadradas, exclusivamente, no desempenho das atividades referidas no Art. 3º e seu parágrafo único, poderão os Tecnólogos exercer as seguintes atividades: vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico; desempenho de cargo e função técnica; ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica, extensão.”

Desse modo o Curso de Tecnologia em Materiais para Edificações tem por objetivo formar profissionais para atuarem no gerenciamento de processos produtivos de materiais, administrarem o processo construtivo quanto à especificação de materiais, aquisição, recebimento, fiscalização e aplicação dos materiais nas obras.

Para que este objetivo seja alcançado, este profissional deve ter a competência de interpretar todos os projetos de uma edificação. Então, sua formação em Desenho deve contemplar aspectos de desenho técnico, englobando normas técnicas, estudo de escalas, uso de materiais e equipamentos utilizados para a elaboração de desenhos, representação e detalhamento de peças, os desenhos dos projetos de uma edificação (projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, telefônico, dentre outros), com o detalhamento das soluções construtivas, perspectivas e, ter também, conhecimentos relativos a desenho assistido por computador.

2.2.3 O Desenho Técnico e a Formação do Tecnólogo em Materiais para Edificações, segundo o Projeto Político Pedagógico da UTFPR de Campo Mourão

O Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações, da UTFPR – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, no Campus Campo Mourão, foi implantado pela autorização do Conselho de Ensino nº. 27/99, e do Conselho Diretor nº. 03/99. O Curso foi reconhecido pelo Ministério da Educação, em 18/06/2004, pela portaria 1790.

O curso tem duração de quatro anos, sendo que a partir do quarto semestre o aluno deverá realizar obrigatoriamente um Estágio Supervisionado de 400 horas em uma empresa de construção civil.

O documento que solicita o reconhecimento do curso, traça para o profissional egresso do curso, o seguinte perfil:

“O Tecnólogo em Materiais para Edificações, além de obter uma formação geral da área, também receberá uma sólida formação tecnológica que o tornará apto a adaptar-se a evolução constante do mercado, sendo capaz de atuar no gerenciamento de processos produtivos de materiais, administrar o processo construtivo quanto a concepção de materiais em projeto, passando pela aquisição, recebimento e fiscalização até sua completa aplicação através de métodos e técnicas adequados conforme as normas técnicas.”

Ao cursarem as disciplinas de Desenho I, II e III os estudantes deverão, a medida que avançam em seus estudos, estar aptos a ter o entendimento de como é uma edificação, com suas características e detalhes construtivos. É por meio da elaboração ou da leitura do Desenho Técnico que se faz o processo de interpretação de linhas e de traços que vão formar uma imagem mental de como é um objeto tridimensional, uma peça, ou uma edificação. É um processo que permite o desenvolvimento da habilidade de visualizar os aspectos da produção da própria construção.

Apresentamos a seguir as unidades curriculares de Desenho I, Desenho II e Desenho III, com suas cargas horárias, objetivos e ementas.

<p>Carga horária: 48 horas/aula.</p> <p>Objetivo: Capacitar o aluno para o desenvolvimento, execução, interpretação e avaliação do desenho técnico de acordo com as normas técnicas exigidas.</p> <p>Ementário: geometria descritiva; desenho geométrico. Normas técnicas; escalas; e, uso de materiais e equipamentos para desenho.</p>
--

Quadro 1 - Unidade Curricular de Desenho I

Em Desenho I os alunos têm os primeiros contatos com o Desenho Técnico. A eles são oferecidas situações para que possam utilizar corretamente os materiais e equipamentos utilizados para se desenhar. Aprender caligrafia técnica, normas técnicas de desenho, formatos de papéis e dobragem de pranchas, tipos e usos de linhas, convenções de representação de elementos de desenho arquitetônico, utilização de escala, cotagem de desenhos e noções básicas de desenho geométrico. A introdução à geometria descritiva, dá uma idéia sobre vistas e representação no plano, de pontos e segmentos que podem formar um objeto

tridimensional; desenho de perspectivas, principalmente a isométrica; e iniciação ao projeto arquitetônico elaborando uma planta baixa.

<p>Carga horária: 80 horas/aula.</p> <p>Objetivo: Capacitar o aluno para o desenvolvimento, execução, interpretação e avaliação de representação gráfica de corpos e peças.</p> <p>Ementário: representação plana dos corpos e peças; detalhamento de corpos de peças; representação assistida por computador; e, introdução ao desenho arquitetônico.</p>
--

Quadro 2 – Unidade Curricular de Desenho II

Em Desenho II os alunos começam a trabalhar efetivamente na representação de objetos. Elaboram o desenho de um projeto arquitetônico de uma edificação simples, como por exemplo: uma edícula, uma quitinete, com planta baixa, cortes e elevações. Têm os primeiros contatos com a computação gráfica, aprendendo a utilizar o “software” Auto Cad. Com a utilização desta tecnologia desenvolvem o desenho completo de um projeto arquitetônico de uma residência, com planta baixa, cortes longitudinal e transversal, quatro elevações, plantas de cobertura, situação e locação.

<p>Carga horária: 64 horas/aula.</p> <p>Objetivo: Fornecer ao aluno condições para interpretar e avaliar anteprojeto, executar desenhos de projetos arquitetônicos e detalhamento de projeto.</p> <p>Ementário: legislação urbanística; desenho completo de um projeto de edificação; especificação de projeto; detalhamento das soluções construtivas; perspectivas; e, desenho assistido por computador.</p>
--

Quadro 3 – Unidade Curricular de Desenho III

Em Desenho III o aluno tem um contato com a legislação urbanística, tendo que conhecer e aplicar as recomendações do código de obras e posturas municipais, lei de zoneamento urbano e do plano diretor de desenvolvimento urbano. Desenvolve o desenho de um projeto arquitetônico de uma residência assobradada atendendo a esta legislação e principalmente aos aspectos de condições mínimas de higiene e salubridade. Desenhar na forma de projeto executivo, para aprovação nos órgãos públicos e também para os fins de execução de obra, as plantas baixas, os cortes longitudinal e transversal, as elevações frontal e lateral, plantas de

cobertura, situação e locação. Elaborar os desenhos dos detalhes técnico-construtivos da edificação, especificando os materiais de acabamentos. Finalizando o semestre, faz desenhos de detalhes em perspectiva.

Desse modo, podemos verificar que as disciplinas de desenho estão organizadas de maneira tal que o futuro profissional possa elaborar a visualização espacial de situações exigidas no dia a dia de sua profissão. Esse conhecimento ajuda também o estudante, entender com maior facilidade as exigências das demais disciplinas do curso que tratam de Orçamentos, Processos Construtivos, Estruturas, Instalações Elétricas e Hidráulicas, Impermeabilizações, Patologia das Edificações, entre outras.

3 A LEITURA E A EXECUÇÃO DO DESENHO TÉCNICO

A comunicação que se faz por meio do Desenho Técnico ocupa lugar de destaque na área da construção civil. Saber ler, interpretar e executar um desenho favorece o êxito de um conjunto de profissionais que tem como objetivo planejar, especificar, edificar, ou então reparar uma edificação.

Para obterem êxito em sua profissão, os Tecnólogos em Materiais para Edificações precisam desenvolver habilidades que os tornarão competentes para bem realizarem suas atividades. Buscamos, desta maneira, verificar o que se entende por habilidades e competências.

“De um modo geral associa-se o termo “habilidade” ao “saber fazer” alguma coisa específica. Isso quer dizer que o termo estará sempre associado a uma ação física ou mental que indique uma capacidade adquirida por alguém. Utiliza-se o termo “competência” associado a estrutura resultante do desenvolvimento harmônico de um conjunto de habilidades que caracterizam uma função específica. Nesse sentido, a competência é sempre associada a uma função ou profissão.” (MORETO, 1999, p.51)

Para o exercício pleno da profissão de tecnólogo, é necessário que os alunos ao longo de sua formação desenvolvam habilidades ligadas a vários grupos de conhecimentos. No caso da Tecnologia em Materiais para Edificações, dentre as várias habilidades e competências que se devem desenvolver, há a “leitura” e a “execução” de um desenho. Quando falamos de leitura ou de execução de um desenho, estamos nos referindo ao fato de que o desenho é uma linguagem gráfica, com todo um conjunto de códigos e normas, ou seja, uma morfologia e uma sintaxe. O alfabeto do desenho é constituído por pontos, retas e planos. Com esses elementos e a combinação entre eles podemos representar idéias que podem dar origem a figuras e objetos.

Ao longo do tempo, conforme Rabardel et al. (1985), ao se lançar um olhar histórico sobre o ensino do desenho, é possível observar que se dava uma grande importância ao ensino da Geometria no Desenho Técnico, deixando-se um pouco de lado a questão da tecnologia. Os técnicos tinham mais a formação de “geômetras”, relegando a tecnologia a um segundo plano.

Atualmente, o foco das atenções, tendo em vista a possibilidade de recursos tecnológicos, tais como o computador e os softwares gráficos, a situação se inverteu. Muitos professores acreditam que trabalhando diretamente no computador, seus alunos vão dominar melhor a tecnologia. O que acontece nesses casos é que os alunos têm nas mãos uma ferramenta poderosa, mas não sabem tirar todo proveito dela por não terem certos conhecimentos básicos de Geometria.

De acordo com Rabardel et al. (1985), a leitura e a execução do Desenho Técnico devem envolver de maneira equilibrada os três campos conceituais a seguir:

- **O código:** definido como o conjunto de signos e de seus significados, bem como das regras que regem suas relações; são as normas técnicas e as convenções usadas no desenho.
- **A tecnologia:** entendida no sentido dos conhecimentos dos objetos técnicos, das técnicas e modos de produção; são os instrumentos de desenho, os computadores, software, etc.
- **A geometria:** que compreende tanto os aspectos que permitem uma caracterização geométrica dos objetos, como certos aspectos relativos a sua representação (a geometria do desenho que rege as relações do objeto aos planos de projeção, bem como as relações entre os planos de projeção entre eles).

3.1 O CÓDIGO, A TECNOLOGIA E A GEOMETRIA NO DESENHO TÉCNICO

Esses três campos devem estar em permanente interação nas atividades de leitura e execução do Desenho Técnico. É com base no conhecimento e na prática desses diferentes domínios que um leitor pode decodificar o desenho de uma peça ou de um conjunto técnico, tirando daí, as informações que lhe são necessárias, levando em conta a finalidade de sua ação (compreender uma forma, construir uma peça, analisar o funcionamento de um mecanismo, etc.). Do mesmo modo, quem executa um desenho, deve, apropriando-se desses três campos, imaginar e construir mentalmente para depois, representar graficamente a forma, a peça ou objeto que deseja ver construído.

Para melhor compreendermos o que significam esses três campos conceituais: o código, a tecnologia e a geometria, apresentamos a seguir a perspectiva de alguns autores, como Massironi (1982), Munari (1985) e Gurgel (2003).

3.1.1 Código

Em várias publicações, se discute que o desenho é uma linguagem gráfica universal. Por meio do domínio desta linguagem temos a oportunidade, em muitos casos, de entender com facilidade aquilo que o desenhista quer “dizer” quando da construção de um desenho. O Código no Desenho Técnico é a maneira de expressão que permite representar aquilo que o projetista deseja efetivamente mostrar. Logo o desenho deve fornecer o máximo de informações sobre o objeto representado.

Massironi (1982) afirma que o código é um processo por meio do qual se justapõem os sinais gráficos com a finalidade de atingir um significado, formalizando-se uma mensagem visiva cuja decodificação esteja prevista dentro de um limite preciso.

Para Munari (1985) conhecer a comunicação visual é como aprender uma língua feita somente de imagens que tem o mesmo significado para pessoas de qualquer nação. Segundo ele a linguagem visual é talvez, mais limitada que a falada, mas sem dúvida, mais direta.

Os desenhos dos arquitetos, os esquemas das instalações elétricas e outras coisas deste estilo, não são outra coisa que comunicações visuais, objetivas, perfeitamente legíveis por quem as recebe, com freqüência escritas em código, porém sempre comunicação visual. Se um arquiteto tivesse que transmitir ao construtor o projeto de uma casa, de forma oral, descrevê-lo por telefone ou por escrito, de maneira que o construtor pudesse dispor de todas as medidas e de todas as indicações possíveis, creio que lhe custaria muito se fazer entender. Assim, pois, a comunicação visual é em alguns casos um meio imprescindível para passar informações de um emissor a um receptor, pois a condição essencial de seu funcionamento é a exatidão das informações, a objetividade dos sinais, a codificação unitária, a ausência de falsas interpretações. Todas essas condições se podem alcançar somente se as partes que participam da comunicação têm um conhecimento instrumental do fenômeno. (MUNARI, 1985, p 72 – tradução nossa).

Gurgel (2003), afirma que os recursos que utilizamos para apresentar um projeto são os desenhos (representações gráficas) e a maquete (modelo tridimensional). Lembra da importância que devem ter os símbolos que normalmente são utilizados pelos profissionais envolvidos em um projeto, enfatizando que devemos:

[...] ser capazes de representar graficamente (bi ou tridimensionalmente) o que pretendemos fazer e como será o espaço a ser criado. Todos os profissionais envolvidos num determinado trabalho devem ter acesso a todos os esclarecimentos necessários para o perfeito desenvolvimento do projeto. Portanto, cabe ao profissional que elabora o projeto, representá-lo da forma mais completa e detalhada possível (GURGEL, 2003, p 103).

Como exemplos de simbologia do desenho técnico, podemos citar as seguintes: paredes, cuja representação é feita utilizando-se duas linhas paralelas de maior espessura; as janelas que devem ser representadas fechadas e por linhas finas, as portas que devem ser representadas abertas, indicando a forma de abertura das folhas, dentre outros exemplos.

As normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, bem como suas similares de outros países nos dão o direcionamento quanto aos símbolos que devemos utilizar para representar um desenho técnico.

3.1.2 Tecnologia

Temos vários tipos de instrumentos que podem ser utilizados para se realizar um desenho. Desde a prancheta, os esquadros, o escalímetro, os compassos, os papéis, etc., até mais recentemente o computador, por meio de *softwares* de computação gráfica.

Carvalho e Almeida (2002) realizaram um trabalho, junto aos alunos do curso de Arquitetura da Universidade Federal de Pernambuco, somente com a utilização dos instrumentos tradicionais. Elas relataram que além da morosidade na execução do desenho, e da imprecisão, há uma grande dificuldade, por parte dos

alunos, em visualizar o projeto como um todo. Perde-se tempo em tarefas repetitivas e com redesenhos, provocados pelo mau uso dos instrumentos, além dos alunos terminarem o curso defasados em relação ao mercado de trabalho, que já utiliza os recursos computacionais.

O desenho feito no computador permite eliminar a utilização dos instrumentos tradicionais. Pela facilidade de se realizar o trabalho, permite aumentar a produção, propiciando maior precisão, maior limpeza e apresentação de melhor qualidade.

Consideram que para o aprendizado, a passagem do aluno pela prancheta contribui para que o mesmo possa manipular e tatear sobre os instrumentos de desenho e o papel, visualizando e compreendendo a diferenciação da espessura dos traços. Por outro lado, no computador, o aluno, muitas vezes, preocupa-se mais com a memorização de comandos, a automação e a agilidade, do que com o conteúdo daquilo que está sendo executado.

Somente ao final do trabalho, é que o desenhista vai ter a noção exata de sua produção quando da impressão final das cópias de desenho, onde irá visualizar a diferenciação de traços e ter a noção de escala.

Carvalho e Almeida (2002) destacam que não é viável a substituição dos instrumentos tradicionais pelo computador, já que com esta opção se constatou um prejuízo na visão espacial e no raciocínio do aluno pela falta de uma participação manual no traçado do desenho. Elas apresentam então uma alternativa metodológica para seus alunos:

Tentamos preparar nossos alunos para a realidade do mercado de trabalho brasileiro, onde a computação gráfica ainda é somente usada como meio de representação tradicional. Mas, procuramos apresentar as tentativas mundiais de estender a utilização da computação gráfica e suplantar o paradigma perspéctico, deixando-os sintonizados com as pesquisas inovadoras que vem sendo realizadas. Ao mesmo tempo em que apresentamos a importância da Geometria Descritiva como base de toda a representação, e como ciência que ainda não encontrou uma substituta com igual precisão e qualidade na representação. Também procuramos apresentar o lápis e o papel como um meio ainda bastante utilizado, nas obras, nos levantamentos e no processo de concepção da idéia arquitetônica (CARVALHO e ALMEIDA, 2002, p 5).

Por exemplo, se o objetivo é de se fazer um desenho tradicional composto de planta baixa, cortes e elevações, a tecnologia utilizada, (instrumentos tradicionais ou computador), não irá interferir quanto a forma de se transmitir a idéia do desenho, do projeto. Normalmente, a representação de um projeto se dará por meio do desenho de suas partes ficando a cargo do leitor montá-lo mentalmente, com sua volumetria, vislumbrando as três dimensões.

Há que se considerar, entretanto que o computador e seus softwares podem proporcionar novas possibilidades, não somente para se realizar o desenho, mas também para se ler o mesmo. Pela grande capacidade da máquina em realizar operações matemáticas, se torna fácil ver a representação do objeto sob diversos pontos de vista, possibilitando inclusive uma nova abordagem quanto a criação. Considerando-se que os *softwares* ou aplicativos consideram as três dimensões, isto é: largura, comprimento e altura, um desenho já pode nascer a partir da representação tridimensional e, depois que a forma estiver bem resolvida, será possível a geração dos desenhos em plantas, cortes e elevações.

3.1.3 Geometria

Em expressão gráfica, os princípios da geometria são empregados constantemente. Assim, o seu conhecimento é bastante importante visto que os objetos representados contêm em suas formas, elementos de geometria.

Gomes e Ralha (2005) nos dizem que os conceitos geométricos são construções puramente mentais, isto é, os objetos não têm propriedades materiais. Um ponto, uma linha, uma superfície não existem, como tal na realidade. Um cilindro ou uma esfera não tem propriedades materiais como peso, massa, densidade ou cor. Uma figura geométrica ao ser representada apresenta uma perda de informação já que não é possível mostrar todas as características da figura.

Os conceitos geométricos constituem uma situação especial. Fischbein (1993), citado em Gomes e Ralha (2005), identifica algumas propriedades que caracterizam as figuras geométricas e que estão relacionadas com a sua natureza conceitual:

- Os objetos materiais – sólidos ou desenhos – são apenas modelos materializados das entidades mentais com as quais os matemáticos lidam.
- A perfeição absoluta das entidades geométricas só pode ser entendida no sentido conceitual.
- As entidades geométricas são apenas construções mentais e não têm uma genuína correspondência material
- Todas as construções mentais são representações gerais, como cada conceito, e não cópias mentais de objetos concretos particulares. Quando se desenha uma figura particular ela pode representara forma de uma classe infinita de objetos.
- As propriedades das figuras são impostas por, ou derivadas de, definições no coração dentro de um dado sistema axiomático. (FISCHBEIN, 1993, apud GOMES e RALHA, 2005, p. 111-112).

Desse modo, um projeto não é algo real, mas a representação de algo que pode se tornar real, ou já se tornou real. Assim, por meio de nossos conceitos geométricos podemos representar “uma realidade” futura ou, recuperar uma realidade do passado.

Los ao prefaciá o livro “Ver Pelo Desenho” (MASSIRONI, 1982), discute o papel da representação por meio da simulação gráfica.

Através da simulação gráfica do edifício construído podem prever-se as contribuições que a construção pode fornecer sendo realizada. Esta simulação permite por a prova as hipóteses, transformando-as em predições verificáveis. O primeiro controle de qualidade do futuro edifício é efetuado pelo projetista quando analisa criticamente os próprios desenhos, o outro é efetuado pelos clientes que através da leitura da documentação gráfica e verbal devem estar à altura de aprovar ou não o projeto. Para que isto seja feito os desenhos têm de manter uma informação completa sobre a qualidade prestativa do futuro edifício. (p. 11-12).

Se a representação gráfica de um objeto é composta por uma série de desenhos elaborados conforme determinam as normas técnicas, cabe ainda a quem for verificar esses desenhos, fazer mentalmente uma junção de todas essas representações para finalmente compreender espacialmente como será este objeto, a peça ou a edificação que se está projetando.

3.2 DIFICULDADES NA LEITURA E EXECUÇÃO DE UM DESENHO TÉCNICO

Uma das fontes de dificuldade dos alunos para aprender o Desenho Técnico e a Geometria Descritiva é que toda uma parte do ensino do desenho foi negligenciada, a saber, aquela que trata da aprendizagem da linguagem gráfica, com seu código e suas normas, sua morfologia e sua sintaxe. O reconhecimento de certo número de signos, de regras e de normas que o aluno deve assimilar não é suficiente. A leitura de um desenho, sendo uma linguagem, ou a expressão de um pensamento, exige a ativação de capacidades mentais diversas, levando a raciocínios de análise e de síntese.

As pesquisas feitas por Artaud et al. (1985) e por Zougarri et al. (1985) mostram que certos estudantes parecem não dominar as operações necessárias para a aprendizagem da leitura do desenho. É necessário elaborar uma metodologia de leitura, pois ler um desenho não consiste a justapor as vistas parciais de um mesmo objeto (como juntar as partes de uma foto rasgada), mas em conciliar, coordenar as vistas completas, tomadas sob diferentes ângulos para chegar a uma representação de conjunto do objeto.

A coordenação dos pontos de vista que permite conciliar as diferentes vistas é de natureza operatória, o que significa que a apresentação do sistema projetivo do desenho técnico deve também ter por objetivo fazer com que o aluno tome consciência das operações e das transformações que tornam possíveis. No Desenho Técnico, a coordenação dos pontos de vista e a construção de uma representação mental do conjunto de objetos é fundamental.

O domínio das operações espaciais constitui então uma condição necessária para o sucesso na aprendizagem da leitura de um desenho. Uma aprendizagem operatória visando criar essa condição se faz necessária.

Blin et al. (1985) se perguntam se a capacidade de ler um desenho não é uma aptidão inata ou uma capacidade mais ou menos desenvolvida pela escolaridade ou pelo meio ambiente. Eles dizem que não é intenção deles responder a esta questão, mas que é impossível não levá-la em conta. Eles estimam que essa capacidade é potencial, mas que convém propor aos alunos um método racional de construção, independente das incertezas da visão espacial. É necessário conscientizar o aluno da importância dessa etapa no processo de formação. Muitos

pesquisadores (Blin et al., 1985; Higele, 1985; Artaud et al. 1985) têm como objetivo procurar definir uma metodologia que permita que os professores possam levar os alunos a abordar de maneira progressiva as dificuldades que possam encontrar por ocasião da leitura de um desenho que consideram os seguintes aspectos:

- O professor deve centrar-se no aluno: o aluno e suas dificuldades de raciocínio devem ser o centro das preocupações durante a concepção da metodologia. O aluno deve participar de maneira ativa da elaboração do seu saber. O objetivo é de fazê-lo adquirir um método de raciocínio. Ele deve poder experimentar e tentar descobrir sozinho as respostas. O que importa é que ele tome consciência do caminho que vai lhe permitir passar do enunciado para a solução de um problema.

- Diagnóstico: o professor de desenho deve fazer uma avaliação do domínio das operações espaciais que o aluno já possui, ou seja, fazer um diagnóstico preliminar das capacidades do aluno antes de abordar o desenho. Graças ao diagnóstico, o professor poderá melhor avaliar o grau de conhecimento e das possibilidades reais dos alunos e assim, lançar hipóteses válidas sobre o ritmo de aprendizagem. Com efeito, um aluno que domine bem as operações projetivas, progredirá sensivelmente mais rápido na compreensão do desenho.

- Domínio das operações projetivas: Se necessário, o professor deve propiciar a aquisição das operações espaciais. Para chegar a isso, o aluno deve manipular objetos, construí-los ou reconstruí-los de todas as maneiras onde possa realizar operações mentais, para que ele pouco a pouco se aproprie das propriedades do objeto e do espaço projetivo e euclidiano. Com efeito, a aprendizagem do desenho técnico (e também o da geometria descritiva) requer o domínio do espaço e sua representação. O aluno deve aprender a descentrar com relação a sua percepção imediata para se situar de maneira abstrata em um ponto de vista dado. O domínio das operações projetivas é necessário para a coordenação dos diferentes pontos de vista, pois ela permite ao indivíduo se deslocar mentalmente no espaço e portanto, por exemplo, imaginar a vista esquerda de um objeto representado por sua vista frontal.

- Dificuldades progressivas: o professor deve conduzir a aprendizagem de maneira progressiva, começando pela manipulação de objetos, pouco a pouco substituídos por desenhos, podendo ser em perspectivas e depois

pelas vistas seguindo o princípio das projeções das fachadas de uma casa, por exemplo.

Bal et al. (1985) sugerem que para apresentar a geometria do desenho técnico aos alunos, seria necessário definir as condições que respeitem também a lógica do aluno e a lógica do conteúdo. A apresentação deve tratar sobre as relações, as ações, as invariantes e as variações sistemáticas que aparecem ao nível:

- do espaço tridimensional: noções de ponto de vista, de direção do olhar, da relação observador/objeto, de mudanças de ponto de vista, ...
- das relações do espaço tridimensional com o espaço gráfico (ou bidimensional): a vista como expressão da projeção sobre o quadro visual, o sistema de posição das vistas como expressão dos pontos de vista, a correspondência entre mudanças de vista e mudanças de pontos de vista e a equivalência das invariantes e das variações sistemáticas (projeção de um segmento, por exemplo).
- Ações possíveis nos espaços gráficos e suas propriedades: exemplo, obter a verdadeira grandeza de figuras e de segmentos.

Esta apresentação tem como objetivo permitir aos alunos constituir uma representação interna da geometria do desenho técnico, ou seja, sua execução. Essa representação é uma das condições de sua competência. É necessário que os alunos sejam capazes de operar (no sentido psicológico do termo) sobre e a partir dessa representação. Isso supõe, no plano da aprendizagem, que eles sejam confrontados a um conjunto de atividades tratando principalmente:

- da passagem do espaço tridimensional para o espaço gráfico, o que permitirá em particular explorar as invariantes e as variações sistemáticas das formas, dimensões e ângulos (exemplo: observar a posição dos segmentos que conservam sua verdadeira grandeza nas projeções);
- Sobre as ações possíveis no espaço gráfico e suas propriedades (exemplo: obter as dimensões invariantes de uma vista para a outra ou a partir de duas vistas que definem um objeto, produzir uma terceira);

- Sobre a passagem do espaço gráfico para o espaço tridimensional (exemplo, a partir do desenho de uma peça, produzir um objeto real com a mesma forma e dimensões, por modelagem, maquete,...)

Artaud et al. (1985) resumem bem as dificuldades sobre as quais é necessário trabalhar para que o estudante domine bem a percepção e a representação das formas:

Para abordar o desenho, para proceder de maneira operatória, a capacidade de se deslocar mentalmente no espaço e/ou de deslocar o objeto para extrair dele suas propriedades, aparece como uma condição indispensável. É necessário tornar os alunos capazes de (re) construir um objeto visto sob duas dimensões aparentes. Ou, o desaparecimento da terceira dimensão lhe tira sua propriedade de volume para transformá-lo em uma figura de duas dimensões e no entanto a representação mental do objeto ou a sua construção material requerem que se leve em conta três dimensões. Essa transformação mental do objeto-volume em um desenho superfície, assim como a operação inversa, nos parece ser a dificuldade maior dos alunos, ao mesmo tempo em que o domínio das operações espaciais (p. 191-192 – tradução nossa).

É necessário que o professor de Desenho Técnico tenha consciência dessas dificuldades do aluno e possa trabalhar com materiais auxiliares, que possibilitarão essa ida e vinda desde a representação em duas dimensões e a construção mental em três dimensões. Neste contexto, a computação gráfica se torna uma grande aliada, devido ao fato de se fazer com facilidade e rapidez diversas operações, mostrando-se na tela do monitor as representações que tornam o objeto mais facilmente perceptível com todas as suas características e propriedades.

4 O MÉTODO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E DO OBJETO DE ESTUDO

Neste capítulo apresentamos a metodologia escolhida e utilizada no presente estudo, justificando as razões de sua escolha. O objetivo principal desta pesquisa foi identificar os conhecimentos de desenho mobilizados por alunos egressos do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações, na resolução de problemas de seu cotidiano profissional.

Inicialmente, queríamos verificar como os egressos do curso aprendiam a desenhar, como o professor ensinava e como era a interação entre aluno/professor e de que maneira estes conhecimentos eram utilizados no desempenho de sua profissão.

No decorrer do trabalho, passamos a nos preocupar com os conhecimentos mobilizados pelos egressos na resolução de problemas de seu cotidiano profissional. Se o egresso deste curso vai trabalhar na área da construção civil terá que ter conhecimentos de desenho que o ajudarão a dar solução aos problemas que ocorrem no seu dia a dia.

Essa pesquisa é de natureza qualitativa, uma vez que contempla, segundo Bogdan e Biklen (1999), as principais características que uma pesquisa qualitativa deve ter, quais sejam:

- Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
- A investigação qualitativa é descritiva;
- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados e produtos;
- Os investigadores qualitativos tendem a analisarem os seus dados de forma indutiva; e,
- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (p. 47 a 51).

Em nosso trabalho as informações foram obtidas tomando como fonte dos dados os problemas resolvidos pelos alunos egressos do curso de

Tecnologia em Materiais para Edificações, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão, tendo como ambiente natural os espaços de sala de aula e laboratório de informática, no qual esses alunos estudaram.

Essas informações foram descritas e analisadas de forma indutiva pelo pesquisador, sendo que os exercícios formulados aos sujeitos foram acompanhados individualmente até a sua resolução. Além do exercício em si, foi efetivada uma conversa informal, quando cada participante pôde explicar como efetuou as atividades realizadas.

Assim, esta conversa pode até ser considerada como uma entrevista não estruturada, isto é, não houve uma imposição de uma ordem rígida de questões. Por haver um clima de aceitação mútua, as informações fluíram com naturalidade.

Como bem salientam Lüdke e André (1986, p.34), como se realiza cada vez de maneira exclusiva, a entrevista permite correções, esclarecimentos e adaptações que a tornam sobremaneira eficaz na obtenção das informações desejadas. A entrevista ganha vida ao se iniciar o diálogo, sendo a liberdade de percurso associada principalmente a entrevista não-estruturada, que tem como vantagem a presença do entrevistador que poderá proceder algum esclarecimento, diferente da entrevista estruturada que visa à obtenção de resultados uniformes entre os entrevistados.

Obviamente tínhamos um objetivo em cada uma das questões postas aos egressos. No entanto, não nos interessavam somente as respostas corretas ou de acordo com aquilo que prevíamos como resultado, antes disso, procuramos verificar como as coisas aconteciam, como era o processo para a resolução das atividades.

Se ao elaborarmos os problemas buscávamos respostas que já tínhamos como certas de antemão, ao longo do tempo de desenvolvimento dos problemas foi possível verificar novas possibilidades, novas formas de encarar as situações, que nos permitiram vislumbrar novas maneiras de se dar às respostas. Os caminhos tomados nem sempre foram os mesmos, mas, mesmo quando por caminhos diferentes, a busca da resposta correta foi sempre o objetivo de cada um dos entrevistados. Poder analisar essas possibilidades faz enriquecer o trabalho.

Na resolução dos problemas contou não somente aquilo que o egresso aprendeu nos bancos escolares, mas foi levada em consideração também a experiência adquirida, quer seja em seu estágio curricular ou então em sua atividade

profissional. Dependendo da área em que cada um está atuando profissionalmente pode-se verificar as potencialidades que desenvolveu. Quando aprenderam a utilizar o computador, o software utilizado foi o AutoCAD, mas aqueles que se dedicaram a área de desenho já tem conhecimentos de outros softwares, como o Arqui_3D, por exemplo.

4.2 DESCRIÇÃO DO GRUPO INVESTIGADO – OS SUJEITOS DE PESQUISA

Quando foram implantados os cursos de tecnologia, no então CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica, hoje UTFPR, os mesmos eram divididos em dois ciclos. De acordo com esta proposta, ao concluir o primeiro ciclo, no segundo ano, o aluno receberia um diploma de técnico de nível médio.

Continuando o curso, ao concluir o segundo ciclo, o estágio e o trabalho de diplomação, no quarto ano, o aluno receberia seu diploma de curso superior em Tecnologia de Materiais para Edificações.

Por ocasião do cadastramento do curso junto ao CREA-PR., para que os alunos conseguissem o diploma de Técnico em Edificações, com todas as atribuições profissionais que a lei permite, foi sugerido que a Universidade fornecesse uma complementação de carga horária de quatro disciplinas. Para tanto, os alunos egressos já diplomados em Tecnologia em Materiais para Edificações, foram chamados para, caso tivessem interesse, fazer essa complementação de carga horária.

Pelo fato de termos um grupo de trinta e cinco alunos egressos do curso de Tecnologia em Materiais para Edificações freqüentando a Universidade, aproveitamos a oportunidade e fizemos o convite aos mesmos, para participarem de nossa pesquisa. Colocamos a eles quais eram os nossos objetivos e como se daria a sua participação e contribuição.

De antemão já sabíamos que teríamos algumas dificuldades para reunir um grupo significativo de egressos. Muitos destes profissionais já se encontram colocados no mercado de trabalho e, portanto, têm que cumprir horários de sua jornada profissional. Outros residem em cidades vizinhas a Campo Mourão, o que dificulta os encontros em função da necessidade de se fazer deslocamentos, em

horários diferenciados, até a Universidade. Temos ainda aqueles que ficaram indiferentes ou não se interessaram em dar sua contribuição.

Assim, um grupo de sete alunos atendeu ao convite e se dispuseram a contribuir. Com este número de sujeitos, que representa vinte por cento dos formandos, acreditamos que teríamos condições de realizar nossa pesquisa.

Apresentaremos a seguir algumas características do grupo investigado. O nome dos sujeitos e o nome das empresas em que trabalham ficarão em sigilo para preservar a identificação dos mesmos. Quando nos referirmos a eles, utilizaremos respectivamente S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7 para o primeiro, o segundo, o terceiro, o quarto, o quinto, o sexto e o sétimo sujeitos de pesquisa.

O grupo de alunos egressos estudado é o seguinte: o primeiro aluno egresso, S1, trabalha em uma empresa de engenharia que executa obras. Ali ele tem a oportunidade de manipular projetos, organizar a especificação ao escolher os materiais, elaborar orçamentos, cronogramas e lista de materiais e serviços. Por participar de concorrências públicas para a execução de obras, seus conhecimentos poderão influenciar na determinação de preço final dos itens do orçamento, quer seja pela maneira correta de interpretar o projeto, quer seja na escolha de um procedimento de execução de um serviço.

O segundo aluno egresso, S2, trabalha como vendedor em uma loja de materiais para edificações e tem aí campo fértil para visualizar as mais diferentes situações, já que está em contato com uma clientela diversificada, leigos em sua maioria, que esperam quando da aquisição dos materiais para suas construções, algum conselho do vendedor sobre a qualidade, as especificações técnicas, a forma de aplicação e até a determinação de quantidades de materiais. Fora do expediente normal de trabalho, elabora desenhos de projetos para profissionais, arquitetos e engenheiros.

O terceiro aluno egresso, S3, no momento não está trabalhando em sua área de formação. Trabalha na área administrativa em uma empresa e está em fase de participar de concursos para obter uma colocação na sua área de formação.

O quarto aluno egresso, S4, trabalhou por um determinado tempo como desenhista autônomo, realizando desenhos de projetos para alguns profissionais, engenheiros e arquitetos, que o contratavam para elaborar a arte final de seus desenhos de projeto (projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos e estruturais). Também teve a oportunidade de trabalhar por um determinado tempo

em uma empresa construtora, de propriedade de um engenheiro e um arquiteto que, não só realizavam projetos, como executavam obras. Assim teve também a oportunidade de manipular projetos, elaborar orçamentos, organizar listas de compras de materiais e serviços, bem como transitar pelas obras em edificação realizadas pela empresa. Devido a uma oportunidade que atualmente se mostra melhor financeiramente, não está trabalhando na área de construção civil, mas tem interesse em voltar para este ramo de atividade.

O quinto sujeito, o aluno egresso S5, trabalha na Secretaria Municipal de Planejamento, no departamento que faz a aprovação de projetos e concessão de alvarás para edificações. Neste local tem a oportunidade de fazer contato com público variado, quer seja de profissionais da área da construção, como de leigos, munícipes interessados em construir algum tipo de edificação. Desta maneira, tem a oportunidade de manipular projetos, desde aqueles destinados a construção de habitações com finalidade social, como de obras de edificações residenciais, comerciais e industriais. Tem necessidade de utilizar seus conhecimentos, da área de desenho, bem como daqueles que são relacionados aos aspectos burocráticos necessários para a tramitação de processos.

O sexto aluno egresso, S6, também trabalha em uma empresa de engenharia que executa projetos e realiza obras. Também tem a oportunidade de elaborar e manipular projetos, listar materiais e serviços, redigir especificações, orçamentos e cronogramas. Neste universo, seus conhecimentos são de grande valia, pois contribuem para que o profissional engenheiro, possa melhor interpretar os projetos, assim como escolher materiais, definir procedimentos de execução, quantificar e determinar preços em orçamentos.

Já o sétimo aluno egresso, S7, é funcionário público municipal e trabalha no setor de Cemitérios. Mesmo não estando vinculado a nenhum setor de obras ou projetos, tem a oportunidade de realizar o acompanhamento no que se refere à ocupação do espaço físico do próprio cemitério, realizando assim, trabalho de medições e alinhamentos, para que se faça a escavação e construção de túmulos, bem como outros serviços correlacionados. Apesar dessa participação com seus conhecimentos, espera poder mudar de setor, transferindo-se para algum dos setores das Secretarias de Obras ou do Planejamento.

4.3 PROCEDIMENTOS PARA A OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES

A coleta de dados com os três primeiros sujeitos ocorreu no mês de maio, e com os demais no mês de julho, no ano de 2006, no Laboratório de Informática e em uma sala de aulas da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão.

Como buscávamos identificar conhecimentos de desenho mobilizados por alunos egressos na resolução de problemas que podem fazer parte de seu cotidiano profissional, elaboramos quatro problemas que envolveram atividades de desenho, de orçamento e de especificação de materiais, possibilitando ao egresso demonstrar conhecimentos quanto a representação gráfica de objetos.

Os problemas foram resolvidos individualmente pelos alunos egressos, sendo dado a eles a liberdade para resolver as questões. Durante a execução de cada uma das tarefas estivemos junto, observando como o sujeito resolvia a questão, qual a forma de encaminhamento que dava ao problema. Esse contato direto nos permitiu que as informações fossem permanentemente complementadas.

4.4 PARÂMETROS DE ANÁLISE

A análise das informações possibilita que se organize todo o material produzido durante a pesquisa e desta forma nos dá a possibilidade de compreender os fenômenos estudados.

Nosso principal foco de estudo foi identificar quais são os conhecimentos de desenho mobilizados por alunos egressos na resolução de problemas que podem fazer parte de seu cotidiano profissional. Assim, a resolução de cada um dos problemas e os comentários dos alunos foram analisados segundo os aspectos relativos ao código, a tecnologia e a geometria do desenho. (As resoluções encontram-se nos anexos do presente trabalho).

Entretanto, verificamos ao longo da pesquisa outras possibilidades que acreditamos interessantes de serem observadas. São os ementários das

disciplinas de desenho ministradas no curso, onde é possível verificar se os objetivos traçados para as mesmas foram atingidos. Outra possibilidade de análise é verificar se os egressos reúnem na perspectiva pesquisada, condições de desempenharem as atividades que podem ser desenvolvidas pelos tecnólogos em Materiais para Edificações, conforme a Resolução 313, do CONFEA.

5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos os problemas propostos, as resoluções esperadas para os mesmos, as descrições e análises das resoluções apresentadas pelos alunos egressos, e uma síntese dos conhecimentos esperados pelo investigador e dos conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos, para cada problema.

Os dados obtidos, a partir da resolução apresentada pelos alunos egressos do curso de Tecnologia em Materiais para Edificações, para cada problema proposto, foram analisados levando-se em conta os três aspectos relacionados ao desenvolvimento de habilidades de leitura e execução do desenho: o código, a tecnologia e a geometria.

Assim sendo, a resolução dos problemas efetivada, por cada um dos egressos, foi analisada com base nesses critérios. Antes de receberem os problemas, os alunos egressos foram informados sobre os objetivos de nossa investigação. Por conseguinte, solicitamos a eles que utilizassem de forma intensiva os recursos de desenho de que se recordavam para alcançar as respostas dos problemas.

5.1 PROBLEMA 1

Desenhe as três vistas de um tijolo de seis furos, conforme você aprendeu na disciplina de Desenho I. Em seguida, escolha a vista mais apropriada e calcule a quantidade de tijolos necessária para construir um muro de 10,00 m de comprimento e 2,00 m de altura. (desconsidere pilares e vigas de sustentação do muro).

Resolução Esperada

Quando se faz referência a algum tipo de estrutura de sustentação, a idéia que devemos ter é que estes elementos estruturais têm uma determinada dimensão. Como esses elementos poderiam ser dimensionados de forma diferente por cada um dos egressos, sugerimos então que fossem desconsiderados os pilares

e vigas de sustentação. A expectativa era que o aluno desenhasse as três vistas conforme mostra a figura 1, a seguir.

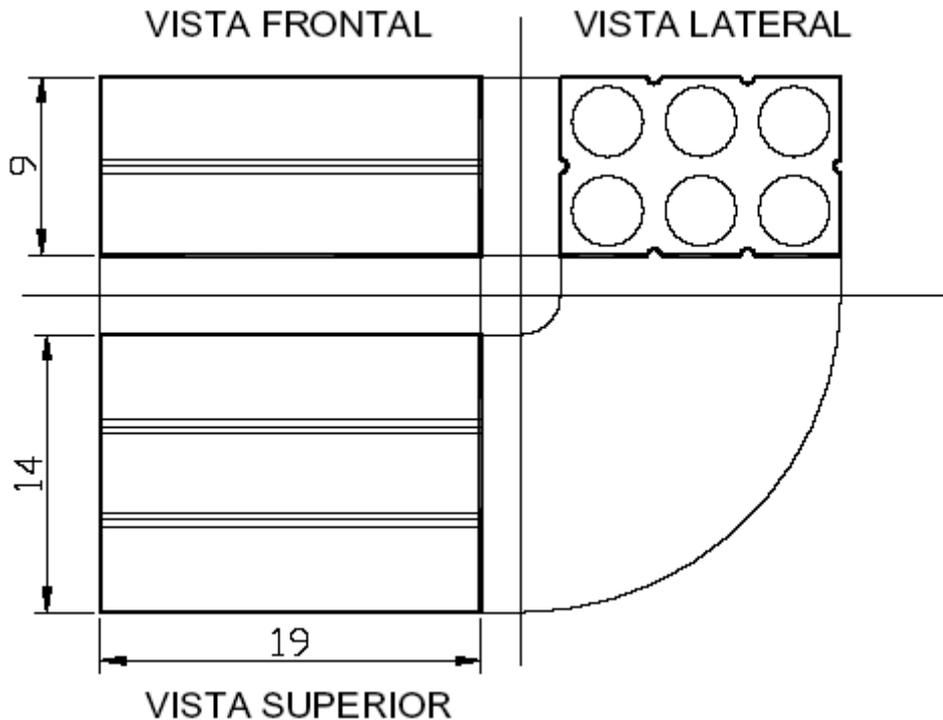


Figura 1 – Desenho em três vistas

Essa é a maneira correta, segundo as normas técnicas, para se desenhar as três vistas de um objeto. A vista frontal fica representada acima da vista superior do objeto e a vista lateral fica à direita ou à esquerda. As dimensões congruentes aparecem alinhadas, seja horizontalmente como verticalmente.

Esse método de representação consta do ementário da disciplina Desenho I, no item Geometria Descritiva. É um conteúdo mais trabalhado em forma de “épura”, representação de um objeto tridimensional em apenas duas dimensões.

Boulos e Camargo (2005), afirmam que Geometria Descritiva:

[...] é o estudo da Geometria pelo método Mongeano (Gaspard Monge, 1745-1818), que consiste em considerar não os entes geométricos propriamente ditos, mas suas projeções sobre dois planos previamente fixados, e através do estudo dessas projeções (através do estudo da épura) tirar conclusões sobre aqueles entes geométricos (p. xii).

Cabe ressaltar, entretanto, que embora esperássemos que os egressos desenhasssem uma éपुरa com as três vistas, o que pode ter acontecido é que na disciplina de Desenho I o professor tenha dado maior ênfase a outros tipos de representação das três dimensões de um objeto, como as perspectivas, fazendo com que o aluno lembrasse assim, primeiramente desta forma de representação.

Uma vez representadas as três vistas, o egresso deveria escolher uma delas para calcular a quantidade de tijolos necessários para a construção do muro. Cabe lembrar que poderíamos ter até três respostas em função da maneira de colocar os tijolos (figura 2). O mais usual é utilizar os tijolos em forma de “meia vez”, ou seja, com a face maior na vertical e voltada para a superfície do muro. Essa prática conduz a uma economia de material, visto que a função de um muro, normalmente, é somente de fechamento de uma propriedade.



Figura 2 – Formas de utilização do tijolo

A utilização dos tijolos formando paredes de “uma vez” é recomendada para paredes externas da edificação ou então para as faces voltadas para o lado sul, o que dá uma maior proteção para a construção, quanto a passagem de umidade ou de frio/calor, permitindo uma melhoria nas condições de salubridade e de conforto térmico da edificação, visto ficar a parede mais espessa.

Dificilmente se executam paredes em tijolos de “vez e meia”, quer seja pelo grande consumo de materiais, quer seja pela dificuldade de se preencher os furos dos tijolos que ficam a mostra. Neste tipo de parede, mesmo sendo ela revestida com reboco, por ocasião da ocorrência de chuvas, há uma tendência aparecerem manchas devido às concentrações de umidade. Tal utilização se

verifica, entretanto, na construção de alicerces, ou quando por alguma exigência técnica se necessita de paredes mais espessas, como no caso de câmaras frias que, além das paredes mais espessas, levam também um tratamento térmico.

A partir da vista escolhida, a obtenção do número de tijolos para construir o muro recai em um problema de cálculo de áreas. Quando se fala em cálculo de paredes ou muros, a unidade de medida usual é o metro quadrado (m^2). Assim sendo, calcula-se a quantidade de tijolos necessária para se construir $1,00 m^2$ de muro e em seguida multiplica-se esse valor pela área total do muro a ser construído.

Há que se considerar também uma espessura do elemento de ligação entre os tijolos, normalmente uma argamassa de cimento, cal e areia, que usualmente tem uma espessura aproximada de um centímetro.

Apesar de não estar explicitado no problema, esperava-se que o egresso considerasse a espessura de argamassa de rejuntamento, pois para se assentar tijolos os mesmos precisam de um elemento ligante.

Mesmo sendo um produto que deve atender as prescrições das normas técnicas da ABNT⁴, as dimensões dos tijolos sofrem variações de região para região. Na região de Campo Mourão, as dimensões mais comuns de tijolos de seis furos é $9 \times 19 \times 14$ (medidas expressas em centímetros). Tendo como base essas dimensões e considerando a face de maior dimensão (14×19) são necessários:

Sem considerar a argamassa: 37,59 tijolos/ m^2 .

Considerando a argamassa com espessura média de um centímetro: 33,33 tijolos/ m^2 .

Como o muro mede $20,00 m^2$, serão necessários 752 tijolos sem considerar a argamassa de rejuntamento, e 667 tijolos considerando-se a argamassa de rejuntamento.

O assentamento de tijolos normalmente é feito em fiadas e contra fiadas devidamente alinhadas e a prumo. Tal procedimento permite a amarração da parede. O fato de se fazer uma contra fiada exige que o primeiro elemento seja um meio tijolo. Para facilitar, as indústrias cerâmicas produzem tal peça e, é de praxe que, ao se comprar um lote de tijolos, do total, 10% sejam de meios tijolos e 90% de tijolos inteiros.

⁴ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Por envolver custos de transporte, as olarias procuram vender uma quantidade de tijolos que seja equivalente a carga máxima transportada por um caminhão, entretanto, nas lojas e depósitos de materiais para construção é possível se adquirir qualquer quantidade, desde que um número inteiro de peças. Tanto é assim que nunca se especifica um número fracionário para o total de tijolos a ser adquirido.

Por ser um material de baixa qualidade, do total especificado no orçamento é normal se acrescentar uma porcentagem para compensar perdas por defeitos ou quebras do material durante o transporte e manuseio.

5.1.1 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 1º Problema

O S1 fez o desenho das três vistas do tijolo separadamente, sem obedecer ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra a resolução esperada para esse problema. Porém, o sujeito representou as vistas corretamente com relação às dimensões do tijolo. Antes de adotar as dimensões do tijolo, o sujeito perguntou se deveria levar em consideração a argamassa de rejuntamento. Foi dito a ele que deveria considerar a construção do muro como algo real e que os tijolos deveriam ser ligados entre si. Assim, as dimensões usadas foram 10X15X20, (medidas expressas em centímetros), já considerando um centímetro referente à espessura da argamassa de rejuntamento.

S1 escolheu a vista que dá um maior aproveitamento dos tijolos, mostrando, assim, que tem uma noção prática do que normalmente se utiliza para muros assentados de “meia vez”.

Fez inicialmente o cálculo da área da face do tijolo e verificou que seriam necessários 33,33 tijolos para construir 1,00 m² de muro. Em seguida, calculou a quantidade total de tijolos para construir todo o muro, arredondando para maior a quantidade de tijolos, equivalente a 667 peças, dando a entender que reconhece que a quantidade de tijolos é uma variável discreta e não contínua.

É possível que não tenha considerado a porcentagem equivalente a perdas, que normalmente se utiliza neste tipo de aquisição por considerar o exercício apenas como atividade didática. Em nossa expectativa ele deveria fazer tal

consideração, mas tal fato não foi comentado em momento algum, quer seja no enunciado do problema quer seja durante a resolução do mesmo.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou o jogo de esquadros, escalímetro, lapiseira e borracha para traçar as três vistas do tijolo. Utilizou corretamente os instrumentos, produzindo um desenho bem feito e com traços bem definidos.
- ao código: apesar de não ter desenhado as três vistas na posição recomendada pelo método das projeções da Geometria Descritiva, elaborou o desenho com traços apropriados, apresentando as linhas de extensão e de cota corretamente. Os textos das cotas horizontais foram colocados no local apropriado, mas nas cotas verticais os textos ficaram na horizontal. Isso não invalida a compreensão dos valores das cotas, mas não obedecem as normas técnicas para cotagem de desenhos.
- à geometria: o sujeito mostrou ter domínio do sistema projetivo em três vistas, desenhando com as medidas corretas cada uma das faces do tijolo. Demonstrou também ter um bom domínio do cálculo da área do retângulo e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de tijolos para construir o muro. Usou adequadamente as unidades de medida, expressando as dimensões sempre em metros ou metros quadrados.

5.1.2 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 1º Problema

O S2 fez o esboço do tijolo em perspectiva cavaleira, sem obedecer ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra a resolução esperada para esse problema. Porém, no momento do cálculo, representou à mão livre a idéia das vistas frontais com relação às dimensões do tijolo, considerando as possibilidades de assentamento de “meia vez” e de “uma vez”. As dimensões usadas foram 9X14X19 (medidas expressas em centímetros), não considerando a

espessura da argamassa de rejuntamento. Ele não perguntou se deveria levar em consideração a argamassa.

S2 deveria escolher uma das vistas para fazer o cálculo da quantidade de tijolos, mas preferiu calcular tanto para a vista em “meia vez”, quanto para a de “uma vez”, que são as formas mais usuais de se fazer o assentamento de tijolos em paredes ou muros. Não questionou qual das duas maneiras de assentar os tijolos deveria ser utilizado, o que nos pareceu normal, já que o mesmo trabalha como vendedor em uma loja de materiais para construção, dando a entender que esta seria uma escolha de quem vai executar o muro.

Fez o cálculo das áreas das faces dos tijolos e também calculou a área do muro. Definiu, em seguida, para cada uma das opções, a quantidade total de tijolos necessária para se construir todo o muro, encontrando o valor de 1169,59 tijolos e 701,75 tijolos, para a possibilidade de “uma vez” e “meia vez”, respectivamente. Não se preocupou em fazer o arredondamento do número. Tratando-se de um vendedor de materiais, é de se estranhar tal atitude, já que o tijolo é um dos materiais mais comuns dentro da loja e no universo da construção. Este é um material que não pode ser fracionado. Desta maneira, deixou de reconhecer que a quantidade de tijolos é uma variável discreta e não contínua.

Também aqui, talvez por considerar o exercício apenas como atividade didática, não considerou a porcentagem equivalente a perdas que normalmente se utiliza neste tipo de aquisição.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou o escalímetro, lapiseira e borracha para realizar o esboço do tijolo. Percebemos que não levou em consideração o uso correto dos instrumentos de desenho, pois o escalímetro é um instrumento de precisão e só deve ser usado para a tomada de medidas e não como régua de apoio para realizar traços. Para ter uma melhor idéia do tijolo, representou o mesmo a mão livre e sem uma escala determinada.
- o código: o sujeito ignorou a recomendação do exercício que pedia para se desenhar as três vistas, pelo método das projeções da Geometria Descritiva. No esboço em perspectiva e na vista do tijolo de “uma vez”, as linhas de extensão e de cota estão colocadas corretamente. Os textos das cotas vertical e inclinada

foram colocados no local apropriado, mas na cota horizontal, o texto ficou embaixo da linha de cota. Na vista do tijolo em “meia vez” não colocou cotas, somente o texto, sendo na horizontal expresso em metros, e, na vertical colocado horizontalmente e expresso em centímetros. Isso não invalida a compreensão dos valores das cotas, mas não obedecem às normas técnicas para cotagem de desenhos.

- à Geometria: o sujeito não demonstrou ter domínio do sistema projetivo em três vistas, como se dá na resolução esperada para o problema. Entretanto, no momento do cálculo da quantidade, desenhou a representação do tijolo em perspectiva cavaleira. Demonstrou ter domínio do cálculo da área do retângulo e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de tijolos para construir o muro. Não usou adequadamente as unidades de medida para expressar as quantidades e dimensões, fazendo ora em metros, ora em centímetros.

5.1.3 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 1º Problema

O S3 fez o desenho do tijolo em perspectiva cavaleira, à mão livre, na maneira de assentar de “meia vez”, sem obedecer ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra a resolução esperada para esse problema. Fez também uma representação em vista frontal da área total do muro, indicando como escala 1/50, mas na verdade o desenho está na escala 1/100. No canto superior esquerdo desta vista desenhada, demarcou uma área de aproximadamente 1m², onde representou as unidades de tijolos, com fiadas e contrafiadas. As dimensões usadas para o tijolo foram 9X14X19, (medidas expressas em centímetros), não considerando a espessura da argamassa de rejuntamento. Ele não perguntou se isto deveria ser levado em consideração.

Para fazer o cálculo da quantidade de tijolos, S3 escolheu a forma de assentar de “meia vez”, mostrou que tem uma noção prática de que se utiliza para

muros a menor espessura dos tijolos, o que propicia maior rendimento, já que o muro tem somente função de fechamento e não função estrutural. Para determinar a quantidade de tijolos, efetuou o cálculo na calculadora, exprimindo em escrita seu resultado, com arredondamento do número a menor, o que deu uma quantidade de 33 tijolos por m^2 e 660 tijolos para os 20,00 m^2 de muro.

Note-se que se preocupou em fazer o arredondamento do número, mas não considerou a porcentagem equivalente a perdas, pois como já citamos anteriormente, tal fato não foi comentado no enunciado do problema e também na resolução do mesmo.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou o jogo de esquadros, o escalímetro, lapiseira e borracha para realizar o desenho, fazendo a representação da unidade de tijolo a mão livre e a representação do muro, utilizando corretamente os instrumentos, com exceção do escalímetro, pois na representação em vista que fez do muro, indicou uma escala e na realidade utilizou outra, o que demonstra desatenção ao utilizar o escalímetro.
- o código: o sujeito ignorou a recomendação do exercício que pedia para se desenhar as três vistas pelo método das projeções da Geometria Descritiva, conforme a resolução esperada para o problema. No esboço do tijolo, que fez em perspectiva, colocou arbitrariamente os números que expressam as dimensões do tijolo, não representando as cotas. Apesar de possibilitar a compreensão dos valores, demonstra que não conhece as normas técnicas e o que estas definem para a cotação de desenhos.
- à Geometria: o sujeito não demonstrou ter domínio do sistema projetivo em três vistas. Fez os desenhos de um tijolo em perspectiva cavaleira, à mão livre e uma representação em vista do muro. Se na representação em vista do muro indicou uma escala e na realidade utilizou outra, demonstra desconhecer a utilização de escalas. Demonstrou ter domínio do cálculo da área do retângulo e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de tijolos para construir o muro.

5.1.4 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 1º Problema

O S4 fez o desenho das três vistas do tijolo obedecendo ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra a resolução esperada para esse problema. Representou corretamente as vistas com relação às dimensões do tijolo. As dimensões usadas foram 9X14X20, (medidas expressas em centímetros), não considerando a espessura da argamassa de rejuntamento. Ao finalizar a resolução do problema, o egresso foi por nós questionado sobre a espessura do rejuntamento. O mesmo afirmou que, tendo em vista que o problema pedia para desconsiderar vigas e pilares, achou que poderia desconsiderar também a espessura referente ao rejuntamento.

Lembrou que na prática, quando se constrói um muro, normalmente se utiliza a espessura de “meia vez”. Entretanto, S4 escolheu a vista que dá a espessura do muro de “uma vez”, pois, desconsiderando-se a sua estrutura, vigas e pilares, esta forma de fazer daria maior estabilidade ao muro.

Fez inicialmente o cálculo da área do muro, encontrando o valor de 20,00m² e em seguida o cálculo da área da face do tijolo, encontrando o valor de 0,018m². Em seguida fez a divisão da área do muro, pela área do tijolo, encontrando o valor de 1111,11 unidades, que é a quantidade total de tijolos necessários para a construção do muro. Como não se preocupou com a possibilidade de fazer qualquer tipo de arredondamento para a quantidade de tijolos, deu a entender que não reconhece que a quantidade de tijolos é uma variável discreta e não contínua.

Por considerar o exercício apenas como atividade didática, não considerou a porcentagem equivalente a perdas que normalmente se utiliza neste tipo de aquisição.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou o jogo de esquadros, escalímetro, lapiseira e borracha para traçar as três vistas do tijolo. O desenho foi muito bem feito, com traços bem definidos e demonstrando que conhece o material, pois se preocupou em representar os furos e frisos do tijolo.
- ao código: desenhou as três vistas na posição recomendada pelo método das projeções da Geometria Descritiva, elaborou o

desenho com traços corretos. Os textos referentes as medidas do tijolo foram grafados junto as laterais do desenho, não apresentando linhas de extensão e de cota. Isso não invalida a compreensão dos valores das medidas, mas não obedecem as normas técnicas para cotagem de desenhos.

- à geometria: o sujeito mostrou ter domínio do sistema projetivo em três vistas, desenhando com as medidas corretas cada uma das faces do tijolo. Demonstrou também ter um bom domínio do cálculo da área do retângulo e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de tijolos para construir o muro. Usou adequadamente as unidades de medida, expressando as dimensões sempre em metros ou metros quadrados.

5.1.5 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 1º Problema

O S5 inicialmente demonstrou dúvida quanto às dimensões do tijolo. Depois de pensar por um momento resolveu utilizar as dimensões de 9X14X20, (medidas expressas em centímetros). A seguir elaborou o desenho de duas vistas ortogonais e também uma perspectiva cavaleira do tijolo, não obedecendo assim ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra a resolução esperada para esse problema. Das vistas e da perspectiva que representou, não considerou a espessura da argamassa de rejuntamento. Entretanto, ao elaborar o cálculo das quantidades levou em consideração a espessura do rejuntamento.

S5 escolheu a vista que dá a espessura do muro de “meia vez”, considerando ser esta a forma mais utilizada, pois o muro não tem função estrutural, o que possibilita uma maior economia de material.

Fez o cálculo da área do muro, encontrando o valor de 20,00m² e o cálculo da área da face do tijolo, somando um centímetro em cada dimensão, referentes ao rejunte, encontrando o valor arredondado de 0,032m². Em seguida, fez a divisão da área do muro pela área do tijolo, encontrando o valor de 625 unidades, que é a quantidade total de tijolos necessários para a construção do muro. Como o

resultado foi um número inteiro, não foi possível verificar se S5 tem noção para reconhecer que a quantidade de tijolos é uma variável discreta ou não contínua.

Também não considerou a porcentagem equivalente a perdas que normalmente se utiliza neste tipo de aquisição.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou o jogo de esquadros, escalímetro, lapiseira e borracha para traçar as vistas e a perspectiva cavaleira do tijolo. O desenho foi feito de maneira clara e com traços bem definidos.
- ao código: não desenhou as três vistas na posição recomendada pelo método das projeções da Geometria Descritiva. Entretanto, elaborou o desenho com traços apropriados, inserindo corretamente as linhas de extensão e de cota. Os textos referentes às medidas do tijolo foram grafados no mesmo sentido das linhas de cota, com exceção das cotas verticais que apresentam os textos na horizontal. Isso não invalida a compreensão dos valores das medidas, mas não obedecem as normas técnicas para cotação de desenhos.
- à geometria: o sujeito demonstrou ter domínio quanto aos aspectos geométricos das figuras ao representar em vista e também em perspectiva, desenhando com as medidas corretas cada uma das faces do tijolo. Demonstrou também ter um bom domínio do cálculo da área do retângulo e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de tijolos para construir o muro. Usou adequadamente as unidades de medida, expressando as dimensões sempre em metros ou metros quadrados.

5.1.6 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 1º Problema

O S6 fez o desenho de duas vistas e uma perspectiva cavaleira do tijolo, não obedecendo ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra

a resolução esperada para esse problema. Representou corretamente as vistas com relação às dimensões do tijolo. As dimensões usadas foram 9X14X20, (medidas expressas em centímetros). Considerou a espessura da argamassa de rejuntamento no desenho.

Escolheu a maneira de construir o muro com espessura de “meia vez”, que é considerada a mais econômica por ter apenas a função de fechamento. Utilizando-se de uma calculadora, fez o cálculo da área da face do tijolo, tomando as medidas do mesmo acrescidas de um centímetro, referente ao rejuntamento, encontrando o valor de 0,0315m². Em seguida fez o cálculo da área do muro, encontrando o valor de 20,00m². Fez a divisão da área do muro pela área do tijolo e encontrou a quantidade de 634,92 unidades, arredondando para 635 tijolos, que é a quantidade total necessária para a construção do muro.

Apesar de não considerar a porcentagem equivalente a perdas, conforme era nossa expectativa, preocupou-se em fazer o arredondamento da quantidade de tijolos, dando a entender que reconhece que a quantidade de tijolos é uma variável discreta e não contínua.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou o jogo de esquadros, escalímetro, lapiseira e borracha para traçar as vistas e a perspectiva cavaleira do tijolo. O desenho foi bem feito e com traços definidos.
- ao código: não desenhou as três vistas na posição recomendada pelo método das projeções da Geometria Descritiva. Entretanto, elaborou o desenho com traços apropriados, inserindo corretamente as linhas de extensão e de cota. Os textos referentes às medidas do tijolo foram grafados no mesmo sentido das linhas de cota, com exceção das cotas verticais que apresentam os textos na posição inversa do recomendado. Isso não invalida a compreensão dos valores das medidas, mas não obedecem as normas técnicas para cotagem de desenhos.
- à geometria: o sujeito mostrou ter domínio ao representar em vista e também em perspectiva, desenhando com as medidas corretas cada uma das faces do tijolo. Demonstrou também ter um bom domínio do cálculo da área do retângulo e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da

quantidade de tijolos para construir o muro. Usou adequadamente as unidades de medida, expressando as dimensões sempre em metros ou metros quadrados.

5.1.7 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 1º Problema

O S7 não fez o desenho das três vistas do tijolo obedecendo ao método proposto pela Geometria Descritiva, como mostra a resolução esperada para esse problema. Representou primeiramente em vista frontal, com as maiores dimensões visíveis, depois representou em forma de perspectiva cavaleira em duas condições diferentes. Inicialmente com os furos voltados para cima ficando sua maior dimensão na vertical, e depois com sua maior dimensão na horizontal. Colocou como medidas do tijolo as dimensões de 5X10X25 (medidas expressas em centímetros). Informou que não lembrava das medidas do tijolo.

Lembrou que na prática quando se constrói um muro, normalmente se utiliza a espessura de “meia vez”. Entretanto, não fez os cálculos, preferindo optar pela prática que considera uma média de 33 tijolos por metro quadrado de alvenaria. Assim sendo, multiplicou a área de 20,00 m² do muro pelo número de tijolos por metro quadrado, no caso 33 unidades, totalizando 660 unidades. Também não se preocupou com a possibilidade de fazer qualquer previsão a mais para a quantidade de tijolos, devido a perdas na obra.

Análise em relação:

- à Tecnologia: o sujeito usou esquadros, escalímetro, lapiseira e caneta para desenhar as representações do tijolo. Entretanto, não utilizou de forma correta os instrumentos de desenho.
- ao código: não desenhou conforme as três vistas e na posição recomendada pelo método das projeções da Geometria Descritiva. Os textos referentes às medidas do tijolo foram grafados arbitrariamente e de forma ilegível, não apresentando linhas de extensão e de cota, dificultando assim, a compreensão dos valores das medidas, ignorando as normas técnicas para cotagem de desenhos.

- à geometria: por não utilizar corretamente os instrumentos de desenho o sujeito demonstrou que tem algum domínio na representação de perspectiva cavaleira. Como não realizou os cálculos utilizando as dimensões dos tijolos, mas usou uma quantidade definida pela prática não foi possível apurar o conhecimento geométrico do Sujeito.

5.2 PROBLEMA 2

Desenhar à mão livre, em perspectiva, o conjunto formado por dois pilares de 20x30 cm, encimados por uma viga de 20x50cm, sendo a distância entre as faces internas dos pilares de 3,00m e a distância do piso até a face inferior da viga de 2,50m. Após desenhar, calcular o volume de concreto em m^3 , e a área de formas em m^2 , necessários para a execução do conjunto.

Resolução esperada:

A expectativa era que o egresso desenhasse o conjunto em perspectiva e a mão livre, pois gostaríamos de testar a possibilidade de o mesmo se comunicar no canteiro de obras com os trabalhadores que executam a construção.

Quando o trabalhador tem dúvidas quanto à interpretação de um desenho, muitas vezes podemos facilitar o seu entendimento fazendo, no próprio canteiro de obras, de forma rápida e simples, algum desenho, de preferência em perspectiva, que lhe possa sanar as dúvidas. Se o tecnólogo tem um contato direto com esse trabalhador, deve ser capaz de entender seus questionamentos e assim, dar subsídios para que os mesmos sejam elucidados. Assim, a obra irá se desenvolver dentro da normalidade, evitando-se perda de tempo e desperdício de materiais devido a demolições e o refazer.

Para se determinar o volume de concreto e a área de formas deve-se ter conhecimento das fórmulas de volumes de sólidos e de áreas de figuras planas. Em geral, os pilares são de forma prismática ou cilíndrica. Já as vigas, normalmente são de forma prismática. Tanto para um quanto para outro, a fórmula para o cálculo do volume é multiplicar a área da base pela altura.

No caso das formas de madeira, quando se elabora o orçamento geral da obra, para efeito de custos, se faz um cálculo da superfície dos elementos que terão formas. Normalmente é usado um coeficiente de segurança que permite prover as diferenças de superposições e de outras pequenas áreas que podem ser esquecidas quando se calculam estas áreas.

Desta maneira, quando os elementos vão ser executados, não se compra somente o total de madeiras para cobrir a superfície dos mesmos, mas é necessário considerar-se também a superposição das peças uma vez que as madeiras são pregadas umas as outras, dando desta forma uma quantidade maior de material.

Uma das possibilidades de desenho que o egresso deveria fazer seria a seguinte:

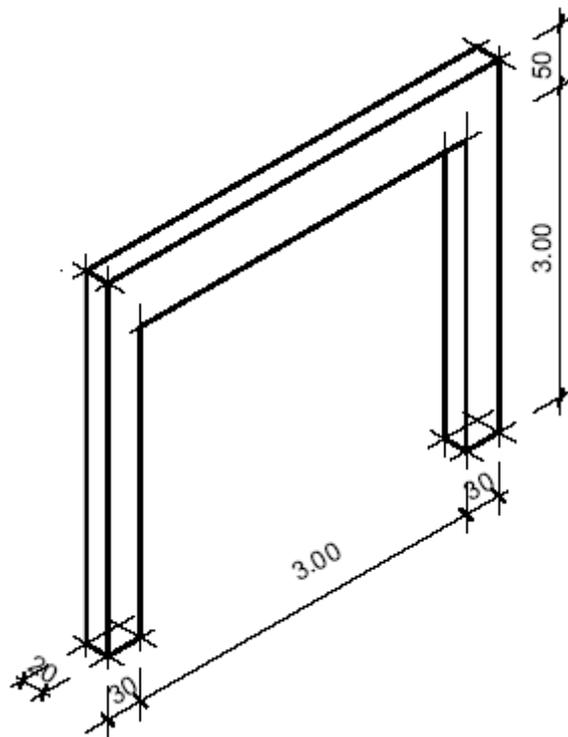


Figura 3 – Pilares e vigas

Quanto ao volume de concreto, bastaria calcular o volume dos pilares e o volume da viga. Considerando-se que os dois pilares têm seção de 20 cm X 30 cm e altura de 2,50 m, seu volume será de $2 (0,20 \times 0,30 \times 2,50) = 0,30 \text{ m}^3$. A viga tem seção de 20 cm x 50 cm e comprimento total de 3,60 m então seu volume

será de $(0,20 \times 0,50)3,60 = 0,36 \text{ m}^3$. Somando-se as parcelas teremos o volume total de concreto, isto é $0,30 + 0,36 = 0,66 \text{ m}^3$.

Para determinar a área de formas o normal seria planificar as superfícies, decompondo-as em figuras planas. Teríamos a possibilidade de encontrar duas respostas. A primeira seria aquela que considera apenas as superfícies das figuras, a segunda levaria em consideração os recobrimentos da madeira.

Na primeira opção, calcularíamos as áreas dos pilares, das laterais, dos topos e do fundo da viga. Para os pilares teríamos duas vezes o perímetro do pilar multiplicado pela sua altura (são dois pilares). Para as laterais da viga, o produto da base pela altura, multiplicado por dois (são duas laterais). Para as faces dos topos da viga, (na parte superior, na face externa do pilar), duas vezes a base pela altura (são dois os topos) e finalmente o cálculo da área do fundo da viga, multiplicando-se a largura pelo comprimento. Somando-se as parcelas obteríamos o valor total da área de formas.

$$\text{– Pilares: } 2\{(0,2 + 0,3) 2\} \cdot 2,5 = 5,00 \text{ m}^2$$

$$\text{– Faces da viga: } (3,60 \times 0,50) 2 = 3,60 \text{ m}^2$$

$$\text{– Topos das vigas: } (0,2 \times 0,5)2 = 0,20 \text{ m}^2$$

$$\text{– Fundo da viga: } (3 \times 0,2) = 0,60 \text{ m}^2$$

Somando-se as parcelas, a área total de formas é de $9,40 \text{ m}^2$.

A segunda opção que considera os recobrimentos das formas, esta ilustrada na figura 4. Assim, as faces com largura de 20 cm seriam acrescidas de 5 cm que corresponde a soma da espessura da madeira cujas tábuas tem 2,5 cm totalizando 25 cm de largura. Essas faces com largura extra seriam as faces externas e as faces internas dos pilares e o fundo da viga. As demais superfícies seriam consideradas com suas medidas de projeto. Como todas as faces são retangulares, multiplicaríamos entre si a medida dos lados da figuras e obteríamos o valor de cada área que somados indica a área total de formas.

$$\text{– faces externas dos pilares: } 2(0,25 \times 3,0) = 1,50 \text{ m}^2$$

$$\text{– faces internas dos pilares: } 2(0,25 \times 2,5) = 1,25 \text{ m}^2$$

$$\text{– fundo da viga: } 0,25 \times 3,00 = 0,75 \text{ m}^2$$

$$\text{– laterais da viga: } 2(3,60 \times 0,5) = 3,60 \text{ m}^2$$

$$\text{– laterais dos pilares: } 4(0,30 \times 2,50) = 3,00 \text{ m}^2$$

Somando-se as parcelas, a área total de formas é de $10,10 \text{ m}^2$.

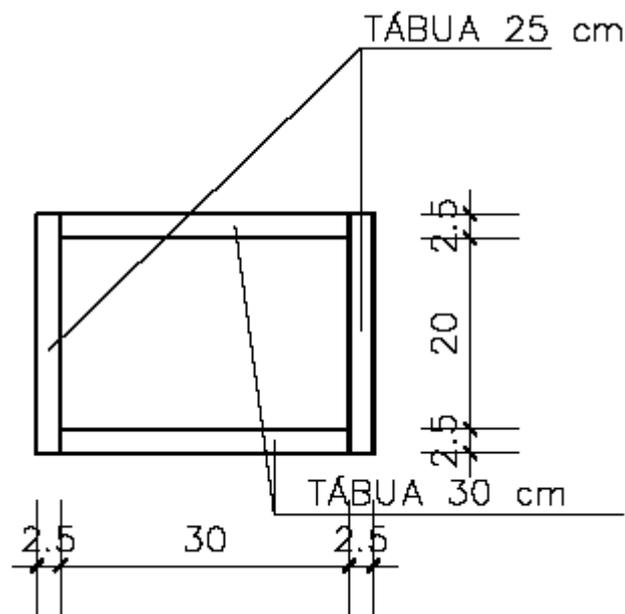


Figura 4 – Disposição da forma

5.2.1 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 2º Problema

S1 elaborou a perspectiva a mão livre, utilizando-se primeiramente de linhas auxiliares e depois reforçando os traços importantes, dando a forma do desenho. Na seqüência fez a cotação do desenho, para permitir maior facilidade na interpretação do mesmo.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente os pilares. Multiplicou a área da base pela altura do pilar e multiplicou por dois, pois são dois pilares. Depois fez o cálculo da viga considerando o comprimento dado entre pilares mais a espessura destes e multiplicando pela área da seção da viga. Para os pilares encontrou um valor de $0,30 \text{ m}^3$ e para a viga um valor de $0,36 \text{ m}^3$, num total de $0,66 \text{ m}^3$ de concreto.

Para o cálculo da área de formas fez primeiramente o cálculo das áreas laterais dos pilares. Calculou o perímetro do pilar, multiplicando pela altura e multiplicando novamente por dois, pois são dois pilares. Depois fez o cálculo da área da superfície da viga considerando as laterais, as partes externas do topo do pilar e finalmente o fundo da viga. S1 construiu a expressão matemática corretamente, mas cometeu um erro ao efetuar a operação de cálculo. Ao invés de obter para a área de

formas da viga $4,40 \text{ m}^2$, obteve $7,00 \text{ m}^2$. O erro cometido parece ser de falta de atenção ao digitar os números na calculadora para realizar os cálculos, já que todo o seu raciocínio está correto. Utilizou corretamente as unidades de medida. Não fez considerações quanto a superposições de formas já que no enunciado do problema não se pedia tal consideração.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou corretamente os instrumentos de desenho, papel, lapiseira e borracha.
- o código: traçou primeiramente um esboço do conjunto, com linhas auxiliares, sendo que depois reforçou as linhas das arestas apresentando o desenho final limpo e claro. Cotou o desenho, apresentando as cotas grafadas no mesmo sentido das linhas de cota, com exceção das cotas verticais que apresentam os textos na posição horizontal. Isso não invalida a compreensão dos valores das medidas, entretanto não obedecem as normas técnicas para cotação de desenhos.
- à Geometria: demonstrou conhecer o sistema de perspectiva isométrica definindo as três dimensões do objeto desenhado. Na elaboração dos cálculos e na montagem das expressões mostrou ter claro para si a diferença entre perímetro, área de uma figura plana e volume de um sólido geométrico. Tem domínio e conhecimento das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de concreto e de formas para construir o conjunto.

5.2.2 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 2º Problema

S2 elaborou a perspectiva com o auxílio de um escalímetro, usando o mesmo como instrumento de medida e como régua e não a mão livre, como pedia o problema. Definiu primeiramente linhas auxiliares tracejadas e depois reforçou os traços importantes com linhas contínuas, dando a forma final do desenho. Na

seqüência fez a cotagem do desenho, para permitir maior facilidade na interpretação do mesmo.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente um pilar. Multiplicou a área da base pela altura do pilar definindo um volume. Na seqüência, fez o cálculo da viga, esquecendo de multiplicar o primeiro resultado obtido por dois, pois são dois pilares. No cálculo da viga determinou a área de seção, multiplicando o valor pelo comprimento total da mesma. Para o pilar encontrou um valor de $0,15 \text{ m}^3$ e para a viga um valor de $0,36 \text{ m}^3$, dando como resposta final $0,51 \text{ m}^3$ de concreto. O valor encontrado está incorreto, pois considerou apenas um dos pilares.

Para o cálculo da área de formas foi o único que levou em consideração a espessura dos painéis referentes à espessura das mesmas. Em nossa conversa informal explicou que normalmente as formas são executadas com tábuas com espessura de 2,5 cm, e larguras que variam de 15 cm, 20 cm, 25 cm e 30 cm. Como uma das faces dos elementos mede 20 cm, considerou, além da espessura do elemento em concreto, também a espessura da forma no outro sentido, uma vez que os painéis de forma são pregados entre si, utilizando assim a medida de 25 cm. Dividiu as superfícies em faces internas, faces externas e laterais dos pilares, e depois as superfícies das faces externas e fundo da viga. Efetuou o cálculo de cada uma das faces, fazendo em seguida a soma das parcelas. Obteve assim a resposta final do problema, isto é, o total da área de formas igual a $10,10 \text{ m}^2$, um resultado correto. Utilizou corretamente as unidades de medida.

Análise em relação:

- à tecnologia: deveria realizar o desenho a mão livre, como solicita o problema, entretanto utilizou os instrumentos de desenho, papel, lapiseira, borracha e escalímetro. Há que se notar que o escalímetro é um instrumento de precisão para fazer medidas e S2 utilizou-o com a função de régua.
- ao código: elaborou um desenho esboçando primeiramente algumas linhas auxiliares tracejadas e depois reforçou com linhas contínuas as arestas. As linhas de extensão e de cota estão colocadas corretamente. Também estão corretas as indicações dos valores das dimensões maiores que um metro expressos em metros e os valores inferiores a um metro, expressos em

centímetros. Em duas cotas, na base dos pilares, os textos foram colocados incorretamente embaixo da linha de cota. Apesar de não invalidar a compreensão dos valores das cotas, não obedecem as normas técnicas para cotação de desenhos.

- à geometria: demonstrou conhecer o sistema de perspectiva isométrica definindo claramente o objeto na forma tridimensional. Considerou a espessura de 2,5 cm referente a superposição das formas, definindo a área exata. Na elaboração dos cálculos e na montagem das expressões dividiu o objeto em faces visíveis, somente então efetuou os cálculos de cada face somando tudo no final. Mostrou ter claro para si a idéia exata do objeto calculado, demonstrando também ter domínio e conhecimento das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de concreto e de formas para construir o conjunto.

5.2.3 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 2º Problema

S3 elaborou um desenho em que os dois pilares aparecem em perspectiva, mas se mostram em planos diferentes, por isso não conseguiu desenhar a viga unindo os dois pilares. Para realizar seu esboço, utilizou um jogo de esquadros, escalímetro, lapiseira e borracha, e não a mão livre como pedia o problema.

Para sua compreensão realizou a mão livre, uma vista frontal do conjunto dos pilares e viga, colocando aí as medidas sem definir linhas de cotas, o que lhe permitiu maior facilidade na interpretação do mesmo.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente um pilar. Multiplicou a área da base pela altura do pilar, definindo um volume que multiplicou por dois, para encontrar o volume total dos dois pilares. No cálculo da viga determinou a área de seção, multiplicando o valor pelo comprimento total da mesma. Para os pilares encontrou um valor de $0,30 \text{ m}^3$ e para a viga um

valor de $0,36 \text{ m}^3$, dando como resposta final $0,66 \text{ m}^3$ de concreto, resultado correto da operação.

Para o cálculo da área de formas considerou cada uma das faces da superfície, efetuando o cálculo das áreas parciais, somando todas as parcelas e encontrando um valor de $9,40 \text{ m}^2$. O resultado está correto, entretanto, não fez considerações quanto a superposições de formas, pois como comentado anteriormente, não havia tal solicitação no enunciado do problema. Utilizou corretamente as unidades de medida.

Análise em relação:

- à tecnologia: deveria realizar o desenho de uma perspectiva à mão livre, como solicita o problema, entretanto utilizou os instrumentos de desenho, papel, lapiseira, esquadros, escalímetro e borracha, desenhando um esboço que não corresponde a uma perspectiva.
- ao código: elaborou um desenho em que os dois pilares estão em perspectiva, mas em planos diferentes, não conseguindo desta forma fazer a ligação dos mesmos através da viga. Fez à mão livre, a representação em vista frontal do conjunto formado pelos pilares e viga. Não colocou linhas de extensão e de cota, apenas o texto com os valores das medidas. Os valores foram expressos ora em metros, ora em centímetros. Tais informações permitem a compreensão do desenho, entretanto, não obedecem às normas técnicas para cotagem de desenhos.
- à geometria: apesar de busca a solução do problema tentando elaborar o desenho não demonstrou ter domínio suficiente para elaborar uma forma de representação tridimensional. Na elaboração dos cálculos e na montagem das expressões dividiu o objeto em faces visíveis, somente então efetuou os cálculos de cada face somando tudo no final. Mostrou ter claro para si a idéia do objeto calculado, demonstrando também ter domínio e conhecimento das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de concreto e de formas necessários para construir o conjunto.

5.2.4 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 2º Problema

S4 elaborou primeiramente um rascunho da perspectiva, acompanhando as instruções do texto do problema. Após ter uma idéia do conjunto montou de forma definitiva e a mão livre, o seu desenho. Utilizou-se primeiramente de algumas linhas auxiliares e depois reforçando os traços importantes, foi dando a forma do desenho. Na seqüência fez a cotagem, para permitir maior facilidade na interpretação do mesmo.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente os pilares, calculando um de cada vez, apesar de que os mesmos são iguais. Multiplicou a área da base pela altura do pilar. Depois fez o cálculo da viga considerando o comprimento dado entre pilares mais a espessura destes e multiplicando pela área da seção da viga. Para cada pilar encontrou um valor de $0,15 \text{ m}^3$ e para a viga um valor de $0,36 \text{ m}^3$, que somados totalizam de $0,66 \text{ m}^3$ de concreto.

Para o cálculo da área de formas fez primeiramente o cálculo das áreas das faces laterais dos pilares. Calculou a área de cada uma das faces de cada um dos pilares, multiplicando a base pela altura e multiplicando por dois, pois os pilares têm faces semelhantes, duas a duas. Depois fez o cálculo da área da viga considerando as duas faces laterais, o fundo da viga, os topos da viga e por último calculou a face superior da viga. S4 construiu as expressões matemáticas corretamente, mas cometeu um erro ao considerar que a face superior da viga também seria revestida. Ao invés de obter $9,40 \text{ m}^2$, obteve $10,12 \text{ m}^2$. Expressou as unidades de medida de forma correta.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou corretamente os instrumentos de desenho, papel, lapiseira e borracha.
- o código: Elaborou um desenho limpo, fazendo primeiramente um esboço com linhas auxiliares e depois reforçou as linhas das arestas. Fez a cotagem do desenho, mas não deu a devida atenção quanto a posição do texto em relação às linhas de cota. Tais informações permitem a compreensão do desenho,

entretanto, não obedecem às normas técnicas para cotação de desenhos.

- à Geometria: demonstrou conhecer o sistema de perspectiva cavaleira definindo as três dimensões do objeto desenhado. Na elaboração dos cálculos e na montagem das expressões mostrou ter claro para si a diferença entre perímetro, área de uma superfície e volume de um sólido. Tem domínio e conhecimento das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas e de como usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de concreto e de formas para construir o conjunto.

5.2.5 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 2º Problema

Acompanhando as instruções do texto do problema, S5 elaborou a mão livre, o desenho da perspectiva. Utilizou-se primeiramente de algumas linhas auxiliares e depois reforçando os traços importantes, foi dando a forma do desenho. Na seqüência fez a cotação, para permitir maior facilidade na interpretação do mesmo.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente a viga, multiplicando o comprimento pela largura e depois pela altura. Depois, fez o cálculo dos pilares, multiplicando a altura pela largura e pelo comprimento, multiplicando tudo por dois, pois dois são os pilares. Para os pilares encontrou um valor de $0,30 \text{ m}^3$ e para a viga um valor de $0,36 \text{ m}^3$, que somados totalizam de $0,66 \text{ m}^3$ de concreto.

Para o cálculo da área de formas fez primeiramente o cálculo da área da viga considerando as duas faces laterais e o fundo da mesma, encontrando como resultado $4,20 \text{ m}^2$. Para o cálculo da área de formas dos pilares, montou de forma correta a expressão matemática, apresentando como resultado $5,40 \text{ m}^2$, quando o resultado correto deveria ser $5,20 \text{ m}^2$. Apresentou como área total de formas $9,40 \text{ m}^2$, que é correto, mas os resultados grafados se somados, não

resultam na área total de formas. Expressou as unidades de medida de forma correta.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou corretamente os instrumentos de desenho, papel, lapiseira e borracha.
- o código: elaborou um desenho limpo, esboçando primeiramente as linhas auxiliares e depois reforçou as linhas das arestas. Fez a cotagem do desenho, mas não deu a devida atenção quanto a posição do texto em relação às linhas de cota. Tais informações permitem a compreensão do desenho, entretanto, não obedecem às normas técnicas para cotagem de desenhos.
- à Geometria: demonstrou conhecer o sistema de perspectiva cavaleira definindo as três dimensões do objeto desenhado. Na elaboração dos cálculos e na montagem das expressões mostrou ter claro para si a diferença entre perímetro, área de uma superfície e volume de um sólido. Apesar de mostrar que tem domínio e conhecimento das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas, teve alguma dificuldade em usar esse conhecimento em termos práticos para a determinação da quantidade de formas para construir o conjunto.

5.2.6 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 2º Problema

Como sugeria o problema, S6 elaborou a mão livre, o desenho da perspectiva. Desenhou primeiramente os pilares e depois a viga. A partir de algumas linhas auxiliares deu forma ao desenho, mas ainda o deixou confuso ao não apagar linhas que deveriam se mostrar escondidas nas faces não visíveis. Na seqüência fez a cotagem, para permitir maior facilidade na interpretação do mesmo.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente a viga, multiplicando a largura pela altura e depois pelo comprimento. Depois, fez o cálculo dos pilares, multiplicando a largura pelo comprimento pela altura e, multiplicando tudo por dois, pois dois são os pilares. Para os pilares

encontrou um valor de 0,30 m³ e para a viga um valor de 0,36 m³, que somados totalizam de 0,66 m³ de concreto.

Para o cálculo da área de formas fez primeiramente o cálculo da área da viga considerando o fundo da mesma e as duas faces laterais e os topos. Para o cálculo da área de formas dos pilares, calculou o perímetro que multiplicou pela altura do pilar, multiplicando por dois que é o número de pilares. Encontrou o valor correto para a área de formas 9,40 m², mas não expressou graficamente esse resultado, pois deveria ter feito a soma da área de formas dos pilares mais a área de formas da viga. Expressou as unidades de medida de forma correta.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou corretamente os instrumentos de desenho, papel, lapiseira e borracha.
- o código: iniciou seu desenho esboçando primeiramente as linhas auxiliares e depois reforçou as linhas das arestas. Fez a cotação do desenho, mas não deu a devida atenção quanto a posição do texto em relação às linhas de cota. Tais informações permitem a compreensão do desenho, entretanto, não obedecem as normas técnicas para cotação de desenhos.
- à Geometria: demonstrou conhecer o sistema de perspectiva cavaleira definindo as três dimensões do objeto desenhado. Na elaboração dos cálculos e na montagem das expressões mostrou ter claro para si a diferença entre perímetro, área de uma superfície e volume de um sólido. Mostrou que tem domínio e conhecimento das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas, em termos práticos para a determinação da quantidade de concreto e de formas para construir o conjunto.

5.2.7 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 2º Problema

S7 montou um desenho do conjunto de dois pilares e uma viga que não condizem com aquilo que foi pedido no problema, pois não representam uma perspectiva, nem tampouco dão à idéia de volume que se desejava para o problema,

como mostra a resolução esperada para esse problema. Determinou as seções dos pilares e da viga. Apesar de colocar algumas medidas, não fez a cotação que permitiria uma melhor interpretação.

Para fazer o cálculo do volume de concreto considerou primeiramente os pilares, multiplicando a base pela altura englobando altura do pilar e altura da viga, encontrando 0,36 m³. Depois tentou fazer o cálculo do volume da viga, mas não chegou a um resultado correto. Deixou de apresentar o cálculo da área de formas.

Em nossa conversa informal afirmou que em seu local de trabalho não faz desenhos e orçamentos, e que por comodismo, em função da rotina, deixou de realizar tais atividades. Acrescentou que participar de nossa pesquisa foi importante por ter-lhe despertado para a realidade do mercado de trabalho, que vai exigir sempre os profissionais melhor capacitados.

Análise em relação:

- à tecnologia: não utilizou corretamente os instrumentos de desenho. Usou uma régua e ao invés da lapiseira, preferiu utilizar uma caneta esferográfica para realizar os desenhos.
- o código: elaborou um desenho que não condiz com aquilo que foi pedido para o problema. Grafou algumas medidas das dimensões das seções da viga e dos pilares, mas sem linhas de chamada e de cota. Não fez a representação dos pilares e viga como mostra a resolução esperada para esse problema.
- à Geometria: por não realizar o desenho como era esperado, não se pode afirmar que não tenha conhecimentos quanto a geometria. Mesmo sendo confusa a sua solução, expressou as seções da viga e dos pilares. Na realização das operações matemáticas, não demonstrou ter conhecimento e domínio das fórmulas básicas para cálculos de volumes e de áreas, em termos práticos para a determinação da quantidade de concreto e de formas para construir o conjunto.

5.3 PROBLEMA 3

Desenhe, na escala 1/50, a planta baixa, os cortes longitudinal e transversal e uma elevação, conforme o croqui dado abaixo

Considere:

a – pé direito de 2,80m;

b - cobertura em quatro águas, com inclinação de 30%;

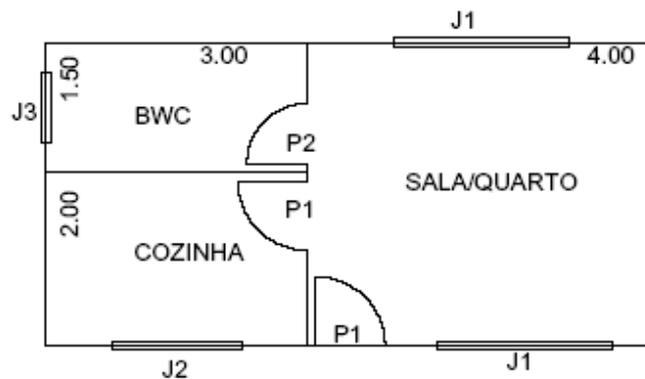
c - beiral com 80 cm de largura;

d - esquadrias com as seguintes dimensões em cm, sendo largura, altura e peitoril, conforme o caso:

P1 80x210, P2 70x210,

J1 200x120/90, J2 150x100/110 e J3 80x60/150.

e – espessura das paredes externas 20 cm e paredes internas 15 cm



Resolução esperada:

A representação gráfica de um projeto de arquitetura envolve os conhecimentos dos símbolos definidos pelas normas técnicas para a sua efetiva materialização. Até pouco tempo atrás, os projetos eram desenhados com os instrumentos de desenho tradicionais, prancheta, papel, escalímetro, lapiseira, borracha, esquadros, régua tê ou régua paralela. Em uma fase inicial, os desenhos do projeto eram totalmente montados a lápis, em papel sulfurizê (papel transparente, de baixa gramatura, utilizado como rascunho), e depois, numa segunda fase, os desenhos eram passados a limpo, quando ganhavam sua versão final de acabamento, em papel vegetal (papel transparente de boa qualidade, de maior gramatura, cuja transparência facilitava o processo de cópia), desenhados com canetas de várias espessuras de pena, com tinta nanquim. Posteriormente, eram

reproduzidos, copiados, geralmente por processo heliográfico ou xerográfico. Em seguida, as pranchas que compunham o projeto eram encaminhadas aos órgãos públicos, que os aprovavam, e também para a obra, onde eram manipuladas pelos operários que a executavam.

Elaborar os desenhos de um projeto com os materiais tradicionais exigia os conhecimentos técnicos do profissional e também o capricho para bem realizar as tarefas. Ao se realizar estas tarefas, eram comuns os farelos de borracha espalhados sobre o desenho, as mãos e braços sujos do pó de grafite, quando feitos a lápis, ou então os dedos ou o papel sujos de tinta, quando feitos com nanquim. Entretanto, era um desenho artesanal que levava consigo as características de traço próprias do desenhista. Era necessário cuidado com o manuseio dos instrumentos para que tudo ficasse o mais perfeito possível. A falta de atenção, por ocasião do manuseio dos instrumentos, muitas vezes, causava erros ou imprecisões, como por exemplo, ao traçar um segmento de reta que deveria ser paralelo a outro, dependendo do capricho de quem estava manuseando os instrumentos, este segmento poderia não ser efetivamente paralelo.

Hoje com a computação gráfica, a precisão do desenho é perfeita. Eliminaram-se os rolos de papéis sulfurizê e vegetal e também os instrumentos de desenho tradicionais. Não se vê mais a sujeira causada pelo pó de grafite ou a tinta. O desenho artesanal que trazia as características próprias de cada desenhista deu lugar a um desenho padronizado, com características de impresso industrializado, já que a impressão é realizada pela máquina.

Pelo processo de desenho tradicional, se por algum motivo fosse necessário algum ajuste como correções, acréscimos, eliminação de alguma parte, o desenho deveria ser totalmente refeito. Com a utilização do computador há a facilidade de se gravar várias cópias de um mesmo desenho e, se for necessário, algum ajuste, basta fazer as correções no local desejado, conservando-se a parte que não precisa ser alterada. Com apenas alguns toques no teclado, ou alguns comandos, é possível alterar, por exemplo, a escala do desenho, as cores de impressão, dentre outras possibilidades.

Hoje o profissional, além de todos os conhecimentos próprios de sua área de formação, para fazer desenhos, deve obedecer não só às prescrições das normas técnicas, mas também ter domínio de algum software na área de computação gráfica.

Com os programas de inserção digital, os custos dos equipamentos, computadores e impressoras, estão diminuindo, popularizando-se a sua utilização e permitindo que um maior número de pessoas possa ter acesso a essa tecnologia. Nesse mesmo sentido, vemos também crescerem as opções de softwares de computação gráfica disponibilizados no mercado, com qualidade e com custos mais acessíveis.

Na UTFPR, nas aulas de Desenho I, ainda é utilizado o instrumental tradicional do desenho, com salas de desenho específicas. Já nas disciplinas de Desenho II e Desenho III, utiliza-se o software AutoCAD⁵, no Laboratório de Informática.

Para a elaboração dos desenhos, do projeto arquitetônico do problema 3, foi sugerido aos alunos utilizarem a computação gráfica. Os desenhos foram gerados pelo software AutoCAD, versão 14⁶. Apesar de estar desatualizada, esta foi a versão utilizada pelos egressos, quando cursaram as disciplinas de Desenho na UTFPR, campus de Campo Mourão.

Desde que foi lançado, o AutoCAD é uma referência, quando se fala em computação gráfica, utilizado na projeção dos mais variados produtos, como Automóveis, Construção Civil, Arquitetura, Engenharia, e na própria informática.

5.3.1 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 3º Problema

S1, a partir do esboço apresentado desenhou primeiramente a planta baixa. Começou traçando duas linhas quaisquer, perpendiculares entre si, colocadas na área de trabalho, na tela do monitor. Utilizando-se do comando *offset*⁷, foi traçando as paralelas a estas linhas iniciais, com as distâncias das medidas estipuladas das espessuras de paredes e dimensões dos cômodos.

⁵ O software AutoCAD foi desenvolvido pela empresa Autodesk e mais informações sobre o produto podem ser visualizadas no site www.autodesk.com.

⁶ Depois da versão 14, as novas versões do AutoCAD passaram a ser identificados pelo ano de sua atualização. Entretanto, os comandos básicos continuam sendo os mesmos. No texto, os nomes dos comandos aparecem em inglês, pois o software foi gerado neste idioma.

⁷ *Offset* é o comando que serve para fazer uma cópia paralela de elementos já existentes, conforme a distância determinada pelo usuário.

Utilizou vários comandos do programa, montando o esqueleto da planta baixa. Em seguida, inseriu os vãos de esquadrias, portas e janelas, detalhando seus elementos. Na seqüência, configurou as ferramentas para realizar cotas e textos, cotando a planta baixa e inserindo os textos correspondentes. Marcou a linha de projeção da cobertura, configurando-a para que ficasse tracejada.

Indicou o local da passagem dos cortes na planta baixa. Copiou a planta baixa ao lado e a partir daí desenhou o primeiro corte. Em seguida, copiou novamente a planta baixa, girando-a de 90°, para o lado da visão do segundo corte, que foi também elaborado. Utilizando-se da função calculadora, fez o cálculo para definir a inclinação do telhado, que desenhou logo em seguida nos dois cortes. Fez a cotagem dos cortes. Copiando um deles, gerou a elevação, eliminando traços que eram do corte e acrescentando traços referentes a elevação. Indicou o nome e a escala em cada um dos desenhos que fez.

Manteve o desenho inteiro em um único *layer*⁸, mas utilizou-se de cores para definir os vários tipos de linha que existem nos desenhos, explicando que as cores servem para definir as espessuras das linhas, já que o desenho é normalmente impresso em preto.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou com desenvoltura o computador, usando corretamente os comandos, o que permitiu a realização do desenho de forma normal. Demonstrou que tem conhecimento sobre o software AutoCAD. Contentou-se em utilizar um único *layer* para todo o desenho, mudando apenas as cores das linhas, conforme sua finalidade, linhas grossas ou finas. Apesar de não ser perceptível para quem vê o desenho impresso, a utilização de um maior número de *layers* possibilita maior maleabilidade ao mesmo, se este for utilizado, ou repassado a outro profissional, para a geração de projetos complementares.
- ao código: elaborou o desenho conforme solicitado pelo problema. Selecionou cores diferentes para cada tipo de linha, já que nesta versão do AutoCAD, as espessuras das linhas são definidas por

⁸ *Layer* – divide o desenho em camadas, sendo as mesmas transparentes e sobrepostas, permitindo que se visualize o desenho inteiro ou parte dele, ao permitir que cada camada possa ser congelada ou descongelada.

ocasião da impressão. Em nossa conversa informal deu a entender essa situação, explicando que definiu uma cor correspondente às paredes, que serão impressas em linha grossa, outra cor para as esquadrias, que serão impressas em linha fina. Outra cor para as linhas de projeção, tracejadas, que também serão impressas em linha fina. Na representação das esquadrias em planta e em corte, não empregou corretamente a simbologia, representando apenas uma linha interna, quando deveria desenhar duas linhas paralelas. As cotas e textos foram inseridos corretamente. Indicou o nome de cada componente do desenho e sua respectiva escala.

- à geometria: demonstrou ter domínio no uso do computador e também domínio na concepção espacial da edificação representada. Demonstrou desenvoltura ao trabalhar com ângulos, pois fez com facilidade a interpretação e o desenho dos telhados.

5.3.2 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 3º Problema

O S2 iniciou definindo o número de *layers* que iria utilizar para realizar o desenho, com suas características de cor e tipo de linhas. Fez em seguida a configuração das cotas e textos. Lendo a questão, a partir do esboço apresentado, calculou as dimensões externas da edificação somando os valores das medidas dos cômodos com as espessuras das paredes. Desenhou primeiramente um retângulo que definiu os contornos da planta baixa. Através do comando *offset*, foi traçando linhas paralelas com as distâncias das medidas das espessuras de paredes e dimensões dos cômodos.

Montou o esqueleto da planta baixa, utilizando os comandos do programa com bastante propriedade. Inseriu os vãos de esquadrias, portas e janelas, desenhando seus elementos. Desenhou a linha de projeção da cobertura, configurando-a para que ficasse tracejada. Na seqüência, inseriu o nome das esquadrias, depois o nome dos cômodos, dando destaque a estes nomes com um tipo de letra um pouco maior que as demais. Utilizando-se da ferramenta adequada

do programa, fez o cálculo das áreas dos cômodos inserindo o texto correspondente da área e também do tipo de piso.

A partir da planta baixa desenhou a elevação e depois os cortes. Indicou o local da passagem dos cortes na planta baixa. Graficamente definiu a inclinação do telhado. Desenhou a forma do telhado nos dois cortes. Em seguida fez a cotagem dos mesmos.

Análise em relação:

- à tecnologia: demonstrou que conhece bem o software AutoCAD e sabe utilizar os seus comandos corretamente. Em nossa conversa informou que também utiliza o software Arqui_3D⁹ para realizar desenhos.
- ao código: elaborou o desenho conforme solicitado pelo problema. Selecionou *layers* específicos com cores diferentes para cada tipo de linha. Afirmou que estas cores definirão as espessuras das linhas por ocasião da impressão. Na representação das esquadrias em planta e em corte, utilizou corretamente a simbologia. As cotas e textos foram também inseridos corretamente. Indicou o nome de cada componente do desenho e sua respectiva escala.
- à geometria: demonstrou ter domínio na utilização do computador e também na concepção espacial da edificação representada. Têm domínio na compreensão de ângulos, pois interpretou e realizou sem dificuldade o desenho dos telhados.

5.3.3 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 3º Problema

S3 definiu a configuração de *layers* com suas respectivas características de cores. Desenhou a planta baixa, iniciando pelo retângulo formado pelos contornos da planta baixa. Essas medidas foram encontradas quando fez com

⁹ Arqui_3D é um aplicativo para AutoCAD que permite desenvolver projetos arquitetônicos completos, desde a concepção até o detalhamento. Informações sobre o mesmo podem ser encontradas no site www.grapho.com.br.

uma calculadora a soma das medidas dos cômodos e das espessuras das paredes. Com o comando *offset*, foi traçando as paralelas a estas linhas iniciais, com as distâncias das medidas estipuladas das espessuras de paredes e dimensões dos cômodos.

Montou o esqueleto da planta baixa, na qual inseriu os vãos de esquadrias, portas e janelas, desenhando seus elementos. Na seqüência, inseriu os textos nominativos dos cômodos. Desenhou uma linha externa indicativa da largura da calçada.

Indicou o local da passagem dos cortes na planta baixa. Copiou a planta baixa, eliminou as partes que não interessavam ao corte e a partir daí desenhou o primeiro corte.

Tentou desenhar a planta baixa do telhado, mas não conseguiu. Fez confusão entre o número indicativo da inclinação do telhado, no caso 30% e o ângulo que dá a indicação da posição do espigão¹⁰. Apesar de ter feito várias tentativas de montar essa planta baixa, não lembrava do valor desse ângulo, que, no caso, era o ângulo de 45°. Lembramos que a projeção horizontal do espigão no telhado se faz pela mediatriz do ângulo formado pelas linhas que definem as bordas do telhado, sendo de 45°, quando estas linhas são perpendiculares entre si.

Análise em relação:

- à tecnologia: demonstrou que tem conhecimento sobre o software AutoCAD, mas é inseguro quanto a sua utilização. Embora um pouco inseguro, usou os comandos corretamente, o que permitiu a realização do desenho até a fase em que se encontra.
- ao código: elaborou a planta baixa e parte de um dos cortes. Selecionou cores diferentes para cada tipo de linha, demonstrando que sabe que as espessuras das linhas são definidas por ocasião da impressão. Inseriu textos indicando o nome de cada cômodo. Desenhou de forma incompleta um dos cortes e deixou de desenhar a elevação.
- à geometria: demonstrou ter domínio na concepção espacial da edificação representada, mas não tem ainda segurança suficiente

¹⁰ Para esclarecimento: a junção de dois planos de telhado na horizontal chama-se cumeeira. Se a junção de dois planos de telhado resultar inclinada e for saliente chamar-se-á espigão, caso contrário chamar-se-á rincão, onde haverá a coleta e escoamento da água pluvial.

para usar o computador e também o software, o que se consegue com mais prática, mais tempo dedicado a elaboração dos projetos. Não conseguiu realizar o desenho da planta da cobertura, demonstrando não ter domínio ao trabalhar com ângulos. Por não ter concluído os cortes e a elevação, fica prejudicada a análise.

5.3.4 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 3º Problema

S4, primeiramente, fez a leitura do problema e utilizando-se do esboço apresentado calculou as dimensões do comprimento total e largura total da planta baixa, valor que encontrou ao somar os valores das medidas dos cômodos mais as espessuras das paredes. Desenhou os contornos da planta baixa e, por meio do comando *offset*, foi traçando linhas paralelas com as distâncias das medidas das espessuras de paredes e a medida dos cômodos.

Demonstrando conhecimento do software AutoCAD montou inicialmente a planta baixa, fazendo primeiramente um esqueleto. Definiu a posição das esquadrias, portas e janelas, desenhando seus elementos. Marcou o local por onde passam os cortes longitudinal e transversal e na seqüência desenhou a linha de projeção da cobertura, configurando-a para que ficasse tracejada. Por fim definiu os formatos de textos e de cotação, inserindo os textos e as cotas correspondentes.

A partir da planta baixa, desenhou os cortes longitudinal e transversal. Copiando um dos cortes, gerou a elevação, eliminando traços que eram do corte e acrescentando traços referentes a elevação. Concluindo seu desenho montou a planta de cobertura. Indicou o nome e a escala em cada um dos desenhos que fez.

Utilizou-se de vários *layers*, cada um com uma cor específica, para definir os vários tipos de linha que existem nos desenhos, explicando que as cores servem para definir as espessuras das linhas por ocasião da impressão, já que o desenho é normalmente impresso em preto. Para definir a escala pedida fez as margens dando o formato final do papel.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou com desenvoltura o computador, escolhendo os comandos corretamente, o que permitiu a realização correta do desenho. Demonstrou que tem conhecimento sobre o uso do software AutoCAD. Utilizou vários *layers* para o desenho, especificando cores diferentes para cada um deles, diferenciando desta forma todas as linhas, conforme sua finalidade ou espessura final, como linhas grossas, finas ou tracejadas, representativas de paredes, esquadrias, cotas e textos. Desta forma, deixou uma margem de maleabilidade ao desenho, facilitando o aproveitamento do mesmo no caso da geração de projetos complementares.
- ao código: elaborou o desenho conforme solicitado pelo problema. Selecionou *layers* com cores diferentes para cada tipo de linha, explicitando que, nesta versão do AutoCAD, as espessuras das linhas são definidas por ocasião da impressão, e uma das formas de se fazer isso é através da escolha de cores diferentes para cada elemento do desenho. Assim, cada cor terá uma espessura previamente definida. Na representação das esquadrias em planta e em corte, não utilizou corretamente a simbologia, representando três linhas internas quando deveria desenhar apenas duas linhas. As cotas e textos foram inseridos corretamente. Indicou o nome de cada componente do desenho e sua respectiva escala.
- à geometria: demonstrou ter domínio na utilização do computador e também domínio na concepção espacial da edificação representada. Demonstrou desenvoltura ao trabalhar com ângulos, pois fez com facilidade a interpretação e o desenho dos telhados.

5.3.5 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 3º Problema

S5 fez a leitura do problema e em seguida fez as seguintes indagações: As medidas internas são os vãos acabados ou deve-se descontar delas a espessura das paredes? A edificação será com laje ou com forro? Informamos que

as medidas representam as dimensões internas dos vãos e que deveria considerar o teto de laje. Feitos os esclarecimentos, definiu um retângulo com o tamanho total da planta baixa. Por meio do comando *offset*, foi traçando as paralelas a estas linhas iniciais, com as distâncias das medidas estipuladas das espessuras de paredes e os vãos dos cômodos.

Com segurança de quem sabe o que faz, utilizou os comandos do programa montando rapidamente a planta baixa. Em seguida, inseriu os vãos de esquadrias, portas e janelas, desenhando seus elementos. Configurou as cotas e textos, cotando a planta e inserindo os textos correspondentes. Desenhou a linha de projeção da cobertura, configurando-a para que ficasse tracejada. Finalizando a planta baixa indicou o local da passagem dos cortes.

Copiou então a planta baixa e definiu a planta de cobertura. Dando continuidade, copiou a planta baixa ao lado e a partir desta cópia desenhou o primeiro corte. Em seguida, copiou novamente a planta baixa, girando-a em 90° para o lado da visão do segundo corte, que foi também desenhado. Utilizando-se da função calculadora, fez o cálculo para definir a inclinação do telhado que desenhou logo em seguida nos dois cortes. Fez a indicação do madeiramento do telhado e em seguida fez a cotagem dos cortes. Copiando um deles, gerou a elevação, eliminando traços que eram do corte e acrescentando traços referentes a elevação. Indicou o nome e a escala em cada um dos desenhos que fez.

Para todo o desenho utilizou-se de três *layers* com três cores diferentes para definir os vários tipos de linha que existem nos desenhos, explicando que as cores servem para definir as espessuras das linhas já que o desenho é normalmente impresso em preto.

Análise em relação:

- à tecnologia: demonstrou desenvoltura ao utilizar o computador, escolhendo corretamente os comandos, o que permitiu a realização do desenho de forma normal. Mostrou que tem conhecimento do software AutoCAD, entretanto afirmou que em seu dia a dia trabalha também com outros tipos de softwares para a realização de desenhos. Enquanto o AutoCAD é uma ferramenta que se presta a qualquer tipo de desenho, outros softwares da área de desenho se utilizam dele como plataforma, mas são específicos para a realização de desenhos de arquitetura e levam

em conta as três dimensões dos elementos. No Arqui_3D, por exemplo, os elementos que compõem o desenho são representados considerando-se as três dimensões dos elementos (altura, espessura e comprimento) que compõem o projeto e os *layers* são gerados automaticamente para cada elemento ou tipo de finalidade dos traços do desenho. Assim, S5 optou pela definição de poucos *layers*, somente os essenciais, para a elaboração de seu desenho. Poderia ter criado um maior número de *layers* para seu desenho, possibilitando maior maleabilidade ao mesmo, se este fosse manipulado para a geração de projetos complementares.

- ao código: elaborou o desenho conforme solicitado pelo problema. Poderia ter selecionado mais cores e *layers* diferentes para cada tipo de linha, já que nesta versão do AutoCAD, as espessuras das linhas são definidas por ocasião da impressão. Como o desenho será impresso em preto e branco definiu uma cor correspondente à espessura de paredes, que será impressa em linha grossa, outra cor para as esquadrias e linhas tracejadas que serão impressas em linha fina. Outra cor foi definida para os textos. As cotas e textos foram inseridos corretamente, sendo que também indicou o nome de cada componente do desenho e sua respectiva escala.
- à geometria: demonstrou ter domínio na utilização do computador e também domínio na concepção espacial da edificação representada. Demonstrou desenvoltura ao trabalhar com ângulos, pois fez com facilidade a interpretação e o desenho dos telhados.

5.3.6 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 3º Problema

S6, após a leitura do problema começou definindo os *layers*, fontes e forma de cotagem que utilizaria no desenho. A partir do esboço apresentado, desenhou primeiramente a planta baixa, traçando duas linhas arbitrárias perpendiculares entre si. Através do comando *offset*, foi traçando as paralelas a

estas linhas iniciais, com as distâncias das medidas das espessuras de paredes e largura e/ou comprimento dos cômodos.

Demonstrou segurança ao utilizar com propriedade os comandos do programa montando a planta baixa, inserindo os vãos de esquadrias, portas e janelas, desenhando seus elementos. Desenhou a linha de projeção da cobertura, configurando-a para que ficasse tracejada. Fez a indicação do local da passagem dos cortes na planta baixa. Em seguida cotou o desenho e fez a inserção dos textos.

Copiou a planta baixa e utilizando seus contornos definiu uma planta de cobertura. Como a cobertura é retangular, as linhas de projeção dos espigões devem formar ângulos de 45° com os beirais, entretanto, S6 definiu arbitrariamente um ponto de intersecção dos panos de telhado.

Em seguida, copiou novamente a planta baixa e a partir desta desenhou o corte longitudinal. Há que se ressaltar que neste corte a representação das madeiras foi feita arbitrariamente e também representou o telhado como se o mesmo fosse de apenas duas águas. Em seguida, copiou novamente a planta baixa girando-a para o lado da visão do corte transversal, que foi também desenhado. Para definir a inclinação do telhado fez as linhas inclinadas de 30% em relação à laje, sendo que o ponto do telhado ficou definido pela interseção destas linhas. Note-se que nesta visão a tesoura foi desenhada corretamente. Copiando o corte longitudinal, gerou a elevação, eliminando traços que eram do corte e acrescentando traços referentes a elevação. Não indicou o nome e a escala de cada um dos desenhos que fez.

Análise em relação:

- à tecnologia: Utilizou os comandos corretamente, o que permitiu a realização do desenho de forma normal. Demonstrou que tem conhecimento sobre a utilização do software AutoCAD. Definiu vários *layers* para todo o desenho, mudando nomes e cores, conforme a finalidade de cada um, possibilitando produzir linhas grossas ou finas, além de permitir maleabilidade no projeto quando for trabalhado em projetos complementares, por exemplo.
- ao código: elaborou o desenho conforme solicitado pelo problema. Selecionou cores diferentes para cada tipo de linha, já que nesta versão do AutoCAD, as espessuras das linhas são definidas por ocasião da impressão. Na explicação deu a entender essa

situação, dizendo que definiu uma cor correspondente a espessura de paredes, que serão impressas em linha grossa, outra cor para as esquadrias, que serão impressas em linha fina. Outra cor para as linhas de projeção, tracejadas, que também serão impressas em linha fina. Na representação das esquadrias em planta e em corte, utilizou corretamente a simbologia. As cotas e textos foram inseridos corretamente. Faltou indicar o nome de cada componente do desenho e sua respectiva escala.

- à geometria: demonstrou ter domínio na concepção espacial da edificação representada. Entretanto, demonstrou ter dificuldade em trabalhar com ângulos, pois não conseguiu fazer corretamente o desenho do telhado.

5.3.7 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 3º Problema

S7 desenhou um corte e uma elevação, considerando o desenho pronto, pois a planta baixa, em sua concepção já estava desenhada no enunciado do problema. Depois de nossa intervenção verificou que o problema pedia para desenhar a planta baixa, os cortes e a elevação, e que fornecia espessuras de paredes e dimensões das esquadrias. A partir daí, desenhou a planta baixa, um corte e uma elevação. Iniciou o desenho a partir de duas linhas perpendiculares, depois, com o comando *offset*, foi traçando as paralelas a estas linhas iniciais, com as distâncias das medidas estipuladas das espessuras de paredes e largura e/ou comprimento dos cômodos.

Demonstrou insegurança ao utilizar os comandos do programa, mesmo assim montou a planta baixa, inserindo os vãos de esquadrias, portas e janelas, desenhando parte de seus elementos. Não fez a representação da linha de projeção da cobertura, nem tampouco fez a indicação do local da passagem dos cortes. Em seguida cotou o desenho e fez a inserção dos textos nominativos das esquadrias.

Em seguida desenhou mais um corte e mais uma elevação. Notese que não indicou o nome e a escala de cada um dos desenhos que fez.

Análise em relação:

- à tecnologia: demonstrou insegurança na utilização do computador. Não usa os comandos do software AutoCAD com precisão, pois tem dúvidas quanto ao comando que deve utilizar.
- ao código: a nosso ver parece que não tem insegurança somente quanto aos comandos do AutoCAD, é inseguro também quanto ao que vai desenhar. Entretanto, apesar de ter demonstrado insegurança, elaborou grande parte do desenho solicitado pelo problema. Usou *layers* com cores diferentes para cada tipo de linha. Deu a entender essa situação, explicando que definiu uma cor correspondente a espessura de paredes, que serão impressas em linha grossa, outra cor para as esquadrias, que serão impressas em linha fina. Na representação das esquadrias em planta não utilizou corretamente a simbologia. Inseriu cotas de maneira não condizente com as normas técnicas. Quanto aos textos, deixou de indicar o nome de cada um dos compartimentos, sua área e tipo de piso. Faltou ainda indicar o nome de cada componente do desenho e sua respectiva escala.
- à geometria: demonstrou domínio na concepção espacial da edificação representada, mas, ao trabalhar com ângulos, teve dificuldade de fazer corretamente o desenho dos telhados, representando em corte o telhado da edificação como se a mesma contasse com apenas duas águas e não quatro como determina o enunciado do problema.

5.4 Problema 4

Considerando-se o telhado do projeto executado na questão 3, calcule a quantidade de telhas necessárias para se fazer a cobertura considerando-se que suas dimensões úteis são de 22x40 cm.

Resolução esperada:

Como a função da cobertura de uma edificação é eliminar o mais rapidamente a água da chuva, a inclinação de um telhado deve ser determinada em função do tipo da telha que vai ser utilizada. Normalmente, a inclinação para telhados cobertos com telha de barro é de 30 a 35%. Nesta condição, para as telhas de barro mais comuns no mercado da construção, as telhas do tipo francesa ou do tipo duplana, a prática adota uma média de 16 telhas por metro quadrado.

Como a área da projeção da cobertura é diferente da área efetivamente recoberta pelas telhas, essa prática pode conduzir a erro, pois quanto maior a inclinação do telhado, maior será a área a ser recoberta por telhas.

Para evitar que o egresso fosse tentado a se utilizar dessa prática costumeira, além da taxa de inclinação do telhado, foi-lhe pedido para calcular a quantidade de telhas, considerando-se uma telha com dimensões que não se encontram nas existentes no mercado.

Nosso objetivo neste problema seria verificar se os alunos egressos iriam considerar corretamente a inclinação da cobertura e se utilizariam corretamente as fórmulas para cálculo de triângulos e trapézios.

O desenho abaixo representa o telhado, com a planta baixa, o corte e a perspectiva.

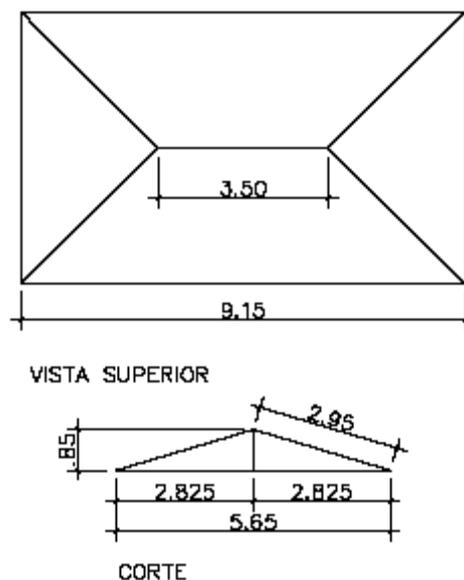


Figura 5 – Planta baixa da cobertura

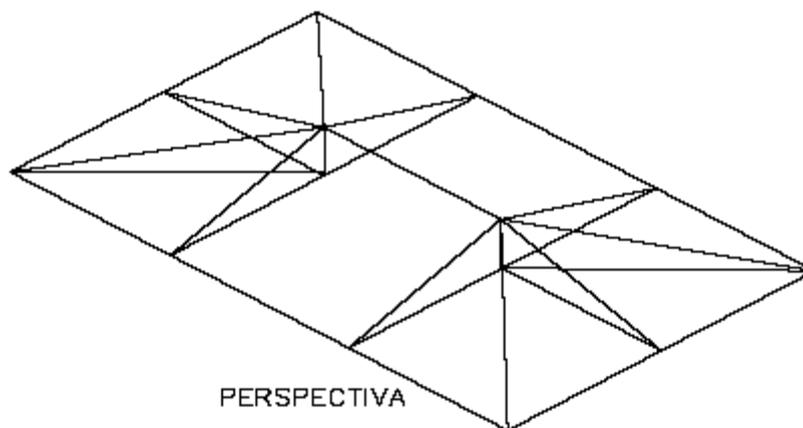


Figura 6 – Perspectiva da cobertura

Para calcular o comprimento da linha inclinada da cobertura poderíamos ter duas opções, a primeira, levando-se em conta que o desenho do telhado foi feito no computador, seria de se tomar a medida diretamente no desenho. A segunda opção seria realizar o cálculo matemático. O contorno da cobertura visualizado no corte é representado por um triângulo isóscele. Passando se um eixo de simetria pela mediatriz da base deste triângulo, teríamos então dois novos triângulos retângulos. O cateto maior equivale à medida que é a metade da largura da cobertura. O cateto menor representa o ponto do telhado, isto é, sua altura, e a hipotenusa, o comprimento da superfície que receberá as telhas.

Como a largura da edificação é conhecida, somamos a ela a largura dos beirais, determinando desta forma a largura da cobertura. Esse valor da largura da cobertura deve ser dividido por dois e seu resultado multiplicado pela porcentagem da inclinação, encontrando-se assim, a medida do ponto do telhado. Tendo-se esse valor, calculamos a hipotenusa do triângulo por Pitágoras.

Pela planta da cobertura observamos que o desenho da cobertura neste caso é composto por dois triângulos e dois trapézios. A base do triângulo é o beiral lateral da edificação com 5,65 m. A base maior do trapézio é o beiral da frente da edificação, com 9,15 m, a base menor do trapézio com 3,50 m é a cumeeira da edificação.

- Cálculo do ponto do telhado¹¹:
- $(5,65/2) \times (30/100) = 0,8475 \text{ m}$ (arredondamos para 0,85m)

¹¹ Chamamos ponto do telhado à linha perpendicular medida entre o plano horizontal até a cumeeira.

- Cálculo da hipotenusa:

- $h^2 = 2,8252^2 + 0,852^2$

- $h = 2,95 \text{ m}$

Para determinarmos a área da cobertura teríamos que calcular a área de dois triângulos com base de 5,65 m e altura de 2,95 m somados a área de dois trapézios de base maior igual a 9,15 m, base menor igual a 3,50 m e altura de 2,95 m.

- Cálculo da área dos triângulos:

- $2 \left\{ \frac{5,65 \times 2,95}{2} \right\} = 16,66 \text{ m}^2$

- Cálculo da área dos trapézios

- $2 \left\{ \frac{9,15 + 3,50}{2} \times 2,95 \right\} = 37,31 \text{ m}^2$

- Área total da cobertura:

- $16,66 + 37,31 = 53,97 \text{ m}^2$

O cálculo do número de telhas será obtido dividindo-se a área do telhado pela área da telha:

- Área da telha: $0,22 \times 0,40 = 0,088 \text{ m}^2$

- Número de telhas:

- $53,97 / 0,088 = 613,29 \text{ unidades}$

O valor encontrado deve ser arredondado para mais, pois as telhas são comercializadas em unidades. Assim, serão necessárias 614 unidades de telhas para se fazer a cobertura.

Por ser um material frágil, do total especificado no orçamento é normal se acrescentar uma porcentagem para compensar perdas por defeitos ou quebras do material durante o transporte e manuseio.

5.4.1 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S1 para o 4º Problema

S1 anotou primeiramente que a inclinação do telhado era de 30%. Voltou ao problema 3, notadamente na planta de cobertura que havia desenhado. Separou da planta as suas figuras básicas, isto é, dois triângulos e dois trapézios. Anotou suas medidas e foi buscar no desenho do corte do telhado a medida da inclinação do mesmo.

Fez o cálculo das figuras encontrando os valores das suas áreas que foram somadas na seqüência, dando a área total da cobertura. Do valor encontrado dividiu pela área da telha, encontrando como resposta o valor de 614 telhas, resultado correto. Não fez considerações quanto à porcentagem relativa a perdas.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou os instrumentos de desenho, bem como o computador de forma correta, demonstrando ter domínio na utilização dos instrumentos de desenho, bem como do computador.
- ao código: elaborou o desenho de forma correta com traços apropriados, apresentando as linhas de extensão e de cota corretamente. Os textos das cotas horizontais foram colocados no local apropriado. Esboçou a decomposição do telhado em triângulos e trapézios, facilitando a sua compreensão do conjunto do telhado.
- à geometria: demonstrou ter domínio na concepção espacial, ao retirar as medidas do desenho que havia feito no problema anterior, mostrando ser capaz de conceber as transformações perspectivas ligadas aos diversos pontos de vista sobre o objeto. Efetuou corretamente os cálculos das figuras, demonstrando ter domínio sobre as fórmulas das figuras, e de como utilizar esse conhecimento em termos práticos. Utilizou corretamente as unidades de medida. Fez o arredondamento do número de telhas, demonstrando reconhecer que esta é uma variável discreta e não contínua.

5.4.2 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S2 para o 4º Problema

S2 utilizou os desenhos que fez no problema 3 para retirar os dados necessários para realizar os cálculos. Retirou a medida em verdadeira grandeza representativa da inclinação do telhado do desenho do corte. Fez o cálculo da área dos dois triângulos. Confundiu-se para retirar os dados para o cálculo dos trapézios

errando o resultado do valor de suas áreas. Assim determinou uma área de telhado de $70,64 \text{ m}^2$, um valor incorreto.

Desta área de telhado com valor errado que encontrou, dividiu pela área da telha, encontrando como resposta o valor de 802,78 telhas, resultado incorreto.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou os instrumentos de desenho, bem como o computador de forma correta, demonstrando o domínio sobre os instrumentos de desenho, bem como do computador.
- ao código: elaborou o desenho de forma correta. Fez mentalmente a decomposição da figura do telhado em triângulos e trapézios. Decompôs o trapézio em dois triângulos e um retângulo. Acreditamos que, por ter feito mentalmente esta operação atrapalhou-se e calculou erradamente a área da figura. Talvez, se tivesse desenhado algum esboço no papel teria acertado o cálculo.
- à geometria: demonstrou ter domínio na concepção espacial, ao retirar as medidas do desenho que havia feito no problema anterior, mostrando ser capaz de conceber as transformações perspectivas ligadas aos diversos pontos de vista sobre o objeto. Efetuou os cálculos das figuras, mesmo tendo domínio sobre as fórmulas das figuras e de como utilizar esse conhecimento em termos práticos, atrapalhou-se e errou o cálculo da área do telhado. Utilizou corretamente as unidades de medida. Mesmo tendo errado o cálculo da área, quando determinou o número de telhas, não fez o arredondamento do número, não demonstrando reconhecer que esta é uma variável discreta e não contínua.

5.4.3 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S3 para o 4º Problema

Devido ao fato de não conseguir visualizar os ângulos que formavam as figuras geométricas, que compõem o telhado, S3 não resolveu o quarto problema.

Alegou que no momento não se recordava da maneira correta de se fazer a planta da cobertura e assim precisaria de maior tempo e de alguma pesquisa pra melhor entender a questão. Desta forma a análise ficou prejudicada.

5.4.4 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S4 para o 4º Problema

S4 fez uma copia da planta baixa e sobre este desenho fez a representação da cobertura da edificação. Em seguida fez uma representação do telhado utilizando-se de papel e instrumentos de desenho tradicionais. Colocou as medidas incorretas das dimensões da largura e comprimento do telhado e tentou resolver graficamente qual seria a altura do ponto do telhado. Parece-nos que se confundiu para retirar os dados para o cálculo da área das figuras que compõem o telhado errando o resultado deste valor. Assim determinou uma área de telhado de $59,19 \text{ m}^2$, um valor incorreto.

Do valor errado da área do telhado que encontrou, dividiu pela área da telha, encontrando como resposta o valor de 673 telhas, resultado considerado incorreto.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou os instrumentos de desenho, bem como o computador de forma correta.
- ao código: elaborou o desenho da representação de forma correta, errando as medidas das dimensões do telhado. Fez a decomposição da figura do telhado em triângulos e trapézios, expressando a fórmula de cálculo de triângulos. Acreditamos que ao efetuar os cálculos, como não os expressou sobre o papel, atrapalhou-se e calculou erradamente a área da figura, e, por conseguinte errou também o cálculo da quantidade de telhas.
- à geometria: tentou efetuar o cálculo do ponto do telhado graficamente, mas não conseguiu colocar as medidas de forma correta. Apesar de ter demonstrado que tem visão espacial, não conseguiu retirar as medidas corretas do desenho que elaborou. Efetuou os cálculos das figuras, mas atrapalhou-se e errou o

calculou da área do telhado. Utilizou corretamente as unidades de medida. Mesmo tendo errado o cálculo da área, quando determinou o número de telhas, fez o arredondamento do número, demonstrando reconhecer que esta é uma variável discreta e não contínua.

5.4.5 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S5 para o 4º Problema

S5 analisou a planta da cobertura desenhada na questão 3. Verificou que o telhado é composto por figuras básicas, isto é, dois triângulos e dois trapézios. Fez um desenho do triângulo que representa a inclinação do telhado utilizando as medidas do cateto maior e inclinação do telhado. Calculou o cateto menor, ponto do telhado, com 0,85m e a hipotenusa do triângulo, que no caso, era o valor da altura tanto dos triângulos como dos trapézios que representam a cobertura, com 2,96m.

Fez o cálculo das figuras encontrando os valores das suas áreas que foram somadas na seqüência, dando a área total da cobertura igual a $54,68\text{m}^2$. Do valor encontrado dividiu pela área da telha, $0,088\text{m}^2$ encontrando como resposta o valor de 622 telhas, resultado considerado como correto, apesar de não haver considerado as perdas.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou os instrumentos de desenho, bem como o computador de forma correta.
- ao código: elaborou o desenho de forma correta com traços apropriados, apresentando as linhas de extensão e de cota corretamente. Os textos das cotas horizontais foram colocados no local apropriado. Esboçou a decomposição do telhado em triângulos e trapézios, facilitando a compreensão do conjunto do telhado.
- à geometria: demonstrou ter domínio na concepção espacial, ao interpretar a planta de cobertura desenhada no problema 3 e fazer um desenho esboçando a inclinação do telhado, para poder retirar as medidas que se faziam necessárias. Mostrou também, ser

capaz de conceber as transformações perspectivas ligadas aos diversos pontos de vista sobre o objeto. Fez o arredondamento das medidas e efetuou corretamente os cálculos das figuras, mostrando ter domínio sobre as fórmulas das figuras, e de como utilizar esse conhecimento em termos práticos. Utilizou corretamente as unidades de medida. Fez o arredondamento do número de telhas, demonstrando reconhecer que esta é uma variável discreta e não contínua.

5.4.6 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S6 para o 4º Problema

S6 desenhou esquematicamente a planta de cobertura com suas medidas no plano horizontal, conforme havia desenhado no problema 3. Note-se que está errado o valor da medida da cumeeira. Do corte transversal também do problema 3, retirou a medida da inclinação do telhado. Verificou que o telhado é composto por dois trapézios e dois triângulos. Anotou a fórmula do trapézio, calculando sua área e multiplicando por dois, encontrando um valor de 33,34 m², resultado considerado incorreto, pois a medida da base menor do trapézio esta com o valor errado. A seguir fez o cálculo da área equivalente aos dois triângulos, encontrando o valor de 33,34 m².

Fez o somatório destas áreas, encontrando a área total da cobertura de 64,90m². Este valor dividiu pela área de telha, 0,088m², encontrando

como resposta a quantidade de 738 telhas, resultado incorreto.

Análise em relação:

- à tecnologia: utilizou os instrumentos de desenho, bem como o computador de forma correta.
- ao código: elaborou o desenho com traços apropriados, apresentando as linhas de extensão e de cota. Os textos das cotas horizontais foram colocados no local apropriado, já os textos das cotas verticais estão em desacordo com a norma técnica, entretanto é possível fazer-se a leitura e a interpretação correta do

- desenho. Esboçou a decomposição do telhado em triângulos e trapézios, facilitando a sua compreensão do conjunto do telhado.
- à geometria: demonstrou ter domínio na utilização do computador, mas deixou a desejar quanto ao domínio na concepção espacial, ao elaborar o desenho no problema anterior, de onde retirou as medidas, mostrando assim, não ser capaz de conceber as transformações perspectivas ligadas aos diversos pontos de vista sobre o objeto. Acreditamos que por não explicitar as fórmulas do triângulo, incorreu em erro no momento de efetuar as operações matemáticas. Assim, não efetuou corretamente os cálculos das figuras, demonstrando não ter o suficiente domínio mental sobre as fórmulas das figuras, e de como utilizar esse conhecimento em termos práticos. Não explicitou unidades de medidas em suas respostas, mas do total encontrado, fez o arredondamento do número de telhas, demonstrando reconhecer que esta é uma variável discreta e não contínua.

5.4.7 Descrição e Análise da Resolução Apresentada por S7 para o 4º Problema

S7 deixou de responder o quarto problema. Informou que não lembrava a maneira de fazer tal cálculo. Ficou preso a idéia de que há uma determinada quantidade de telhas por metro quadrado. Parece-nos que não se deu conta de que o tamanho da telha que o problema pedia não corresponde aos tamanhos comerciais de telhas existentes no mercado. Não conseguiu determinar o comprimento do telhado e a altura do ponto do mesmo e fazer a inclinação do telhado com 30%.

5.5 SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS DE DESENHO ESPERADOS E DOS CONHECIMENTOS MOBILIZADOS PELOS ALUNOS EGRESSOS NA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS

A seguir temos quadros comparativos entre os conhecimentos de desenho esperados pelo pesquisador e os conhecimentos de desenho mobilizados pelos alunos egressos na resolução dos problemas propostos.

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a tecnologia	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar corretamente instrumentos de desenho	- Utilizaram corretamente os instrumentos de desenho	S1, S4, S5 e S6
	- Utilizaram de forma inadequada os instrumentos de desenho	S2, S3 e S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a código	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar normas de desenho técnico (espessura de linhas, traços, cotação de desenho, inserção de textos e uso de escala)	- Utilizaram normas de desenho técnico, mas não colocam corretamente os textos das cotas	S1, S2, S3, S4, S5 e S6
	- Não utilizaram normas técnicas	S7
	- Demonstraram dificuldade de trabalhar com escalas	S3
Utilizar unidades de medida	- Utilizaram corretamente as unidades de medida	S1, S4, S5 e S6
	- Utilizaram de forma incorreta as unidades de medida	S2 e S3
Desenhar identificando as três vistas de um objeto em écura	- Desenharam corretamente identificando as três vistas em écura	S4
	- Desenharam as vistas do objeto sem colocar em écura	S1, S2, S5 e S6
Desenhar identificando as três vistas de um objeto em perspectiva cavaleira	- Desenharam corretamente em perspectiva cavaleira	S2, S3, S4, S5 e S6
	- Desenharam de forma incorreta em perspectiva cavaleira	S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a Geometria	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Reconhecer figuras geométricas planas	- Reconheceram figuras planas	S1, S2, S3,S4, S5 e S6
	- Reconheceram incorretamente as figuras planas	S7
Determinar áreas de figuras planas	- Determinaram área de figuras planas	S1, S2, S3,S4, S5 e S6
	- Determinaram de forma inadequada ou não determinaram área de figuras planas	S7
Reconhecer uma variável discreta	- Reconhecem uma variável discreta	S1, S3 e S6
	- Não demonstraram reconhecer uma variável discreta	S2, S4, S5 e S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto às atribuições profissionais	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Posicionar os tijolos na elevação de parede ou muros	- Posicionaram os tijolos de $\frac{1}{2}$ vez	S1, S2, S3, S5, S6 e S7,
	- Posicionaram os tijolos de 1 vez	S2
Reconhecer as dimensões de um tijolo	- Demonstraram conhecer as dimensões de um tijolo	S1, S2, S3, S4, S5 e S6
	- Não demonstraram reconhecer as dimensões de um tijolo	S7
Calcular a quantidade de tijolos em função de suas dimensões	- Calcularam a quantidade de tijolos em função de suas dimensões	S1, S2, S3, S4, S5 e S6
	- Calcularam a quantidade de tijolos por estimativa	S7
Considerar a espessura do rejunte na execução do muro em alvenaria	- Consideraram a espessura de rejunte	S1 e S5
	- Não consideraram a espessura do rejunte	S2, S3, S4 S6 e S7
Considerar perdas na utilização de materiais de construção	- Consideraram perdas	
	- Não consideraram perdas	S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7

Quadro 4 – Problema 1

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a tecnologia	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar corretamente instrumentos de desenho	- Utilizaram corretamente os instrumentos de desenho	S1, S3, S4, S5 e S6
	- Utilizaram de forma inadequada os instrumentos de desenho	S2 e S7
Desenhar perspectiva a mão livre	- Desenharam corretamente a perspectiva a mão livre	S1, S4, S5 e S6
	- Desenharam corretamente a perspectiva utilizando-se de instrumentos	S2
	- Desenharam de forma incorreta a perspectiva	S3 e S7
Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a código	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar normas de desenho técnico (espessura de linhas, traços, cotação de desenho, inserção de textos e uso de escala)	- Utilizaram normas de desenho técnico, mas não colocam corretamente os textos das cotas	S1, S2, S3, S5, S6 e S7
	- Não utilizaram normas técnicas	S7
Utilizar unidades de medida	- Utilizaram corretamente as unidades de medida	S1, S2, S3, S5, S6 e S7
	- Utilizaram inadequadamente as unidades de medida	S7
Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a geometria	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Planificar superfícies de sólidos geométricos e reconhecer figuras geométricas planas	- Planificaram figuras planas dos sólidos geométricos	S1, S2, S3, S5, S6 e S7
	- Não reconheceram figuras planas dos sólidos geométricos	S7
Determinar áreas de figuras planas	- Determinaram área de figuras planas	S2, S3, S5 e S6
	- Determinaram de forma inadequada ou não determinaram área de figuras planas	S1, S4 e S7
Reconhecer sólidos geométricos	- Reconheceram sólidos geométricos	S1, S2, S3, S5, S6 e S7
	- Não reconheceram sólidos geométricos	S7
Determinar volumes de sólidos geométricos	- Determinaram volumes de sólidos geométricos	S1, S2, S3, S5, S6 e S7
	- Não determinaram volumes de sólidos geométricos	S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a atribuição profissional	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar superposição de formas	- Consideraram sobreposição das formas	S2
	- Não consideraram sobreposição das formas	S1, S3, S4, S5, S6, E S7

Quadro 5 – Problema 2

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a tecnologia	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Interpretar uma ordem de serviço	- Interpretaram corretamente uma ordem de serviço	S1, S2, S4, S5 e S6
	- Interpretaram incorretamente uma ordem de serviço	S3 e S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a código	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Representar um projeto arquitetônico com planta baixa, cortes, fachadas e planta de cobertura	- Representaram o projeto com planta baixa, cortes, fachadas e cobertura	S1, S2, S4, S5, S6 e S7
	- Representaram parcialmente o projeto	S3
Inserir cotas e textos no desenho	- Inseriram adequadamente cotas e textos no desenho	S2
	- Inseriram de forma inadequada cotas e textos no desenho	S1, S3, S4, S5, S6 e S7
Utilizar normas de desenho técnico (espessura de linhas, traços)	- Utilizaram adequadamente as normas técnicas	S2, S3, S5 e S6
	- Utilizaram de forma inadequada as normas técnicas	S1, S4 e S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a geometria	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Representar ângulos	- Representaram ângulos corretamente	S2
	- Representaram de forma incorreta os ângulos	S3 e S6

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a atribuições profissionais	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Interpretar uma ordem de serviço	- Interpretaram corretamente uma ordem de serviço	S1, S2, S4, S5 e S6
	- Interpretaram incorretamente uma ordem de serviço	S3 e S7

Quadro 6 – Problema 3

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a tecnologia	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar corretamente instrumentos de desenho	- Utilizaram corretamente os instrumentos de desenho	S1, S2, S4, S5 e S6
	- Utilizaram de forma inadequada os instrumentos de desenho	S3 e S7
Desenhar uma planta de cobertura	- Desenharam corretamente a planta de cobertura	S1, S2, S4 e S5
	- Desenharam incorretamente a planta de cobertura ou não desenharam	S3, S6 e S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto ao código	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Utilizar unidades de medida	- Utilizaram corretamente as unidades de medida	S1, S2, S4 e S5
	- Utilizaram inadequadamente as unidades de medida ou não utilizaram	S3, S6 e S7

Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a geometria	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Representar a inclinação de um telhado medido em porcentagem	- Representaram corretamente a inclinação de um telhado	S1, S2, S4, S5 e S6
	- Representaram incorretamente a inclinação de um telhado ou não representaram	S3 e S7
Visualizar em verdadeira grandeza a projeção de um segmento oblíquo em relação ao plano de projeção	- Visualizaram corretamente um segmento oblíquo em verdadeira grandeza	S1, S2, S5 e S6
	- Visualizaram incorretamente um segmento oblíquo em verdadeira grandeza ou não visualizaram	S3, S4 e S7
	- Utilizaram de forma inadequada os instrumentos de desenho	S3 e S7

Representar ângulos	- Representaram ângulos corretamente	S1, S2, S4 e S5
	- Representaram de forma incorreta os ângulos	S3, S6 e S7
Reconhecer figuras geométricas planas	- Reconheceram figuras planas	S1, S2, S5 e S6
	- Reconheceram incorretamente as figuras planas ou não reconheceram	S3, S4 e S7
Determinar área de figuras geométricas planas	- Determinaram área de figuras planas	S1 e S5
	- Determinaram de forma inadequada ou não determinaram área de figuras planas	S2, S3, S4 e S6
	Não consideraram perdas	S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7
Reconhecer uma variável discreta	- Reconhecem uma variável discreta	S1, S4, S5 e S6
	- Não demonstraram reconhecer uma variável discreta	S2, S3 e S7
Conhecimentos esperados pelo pesquisador quanto a atribuição profissional	Conhecimentos mobilizados pelos alunos egressos na perspectiva do pesquisador	Sujeitos
Calcular a quantidade de telhas em função de suas dimensões	- Calcularam a quantidade de telhas em função de suas dimensões	S1, S2, S4, S5 e S6
	- Calcularam a quantidade de telhas de forma incorreta ou não calcularam por estimativa	S3 e S7
Considerar perdas na utilização de materiais de construção	- Consideraram perdas	
	Não consideraram perdas	S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7

Quadro 7 – Problema 4

6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O Curso de Tecnologia em Materiais para Edificações tem por objetivo formar profissionais para atuarem no gerenciamento de processos produtivos de materiais, administrarem o processo construtivo quanto à especificação de materiais, aquisição, recebimento, fiscalização e aplicação destes materiais nas obras. Assim, parece-nos que estes profissionais, pela sua formação deverão estar aptos a usarem suas habilidades no mercado de trabalho, quer seja como responsável por uma equipe de montagem, quer seja especificando materiais, elaborando orçamentos ou realizando desenhos técnicos, sendo o elo entre o arquiteto ou engenheiro e os operários que efetivamente se envolvem no sistema de produção das edificações.

Entretanto, devemos ter claro que não é a lei que garante a manutenção de uma profissão dentro do mercado de trabalho, mas a utilidade e a necessidade que a sociedade tem desse profissional e dos serviços que ele executa.

Para realizar as suas tarefas esse tecnólogo precisa saber, entre outras coisas, ler, interpretar e elaborar desenhos. Entretanto, vimos que para bem saber ler ou executar um desenho, é necessário que o aluno domine bem as operações espaciais, o que não é sempre tão evidente assim.

De um modo geral, os alunos têm muita dificuldade para aprender o Desenho e os professores têm dificuldades para ensiná-lo. Uma outra falha no ensino do Desenho é não se conhecer suficientemente os mecanismos psicológicos da leitura e da escrita do Desenho Técnico. Um crescimento dos conhecimentos concernentes ao funcionamento cognitivo no domínio da leitura e da escrita do Desenho abrirá à pedagogia a possibilidade de levar mais largamente em conta a lógica do aluno, do mesmo modo que a lógica da matéria e constituirá uma base de partida para tornar possível um novo avanço.

O objetivo de nosso trabalho foi o de investigar os conhecimentos de desenho mobilizados por alunos egressos do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações, oriundos da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão na resolução de problemas que julgamos ser inerentes de seu cotidiano quando no exercício de sua profissão.

Trabalhamos junto a sete alunos egressos que já estão atuando ou já tiveram algum contato com o mercado de trabalho. Esses problemas versaram sobre a representação de objetos tridimensionais ora em perspectiva, ora em projeção, devendo ser desenhados à mão livre, com instrumentos de desenho ou usando o software gráfico AutoCAD, conforme a situação. Foram realizados individualmente em uma sala de aula e no Laboratório de Informática, na UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão.

6.1 CONHECIMENTOS QUANTO A LEITURA E EXECUÇÃO DE DESENHOS

Ao analisar as resoluções apresentadas para esses problemas buscamos verificar se eles desenvolveram de maneira equilibrada os três campos conceituais: o código, a tecnologia, a geometria.

Analisando os resultados obtidos, observamos que, quanto ao **código**, os egressos de maneira geral, têm o conhecimento do mesmo no que se refere ao uso dos tipos de linhas, de traçados, pois na maioria das questões souberam se expressar utilizando os códigos referentes àquelas atividades. Por outro lado, demonstraram que não conhecem, ou não dão a devida importância, às regras usadas para cotação de desenhos, colocação do texto nas linhas de cota (principalmente para as linhas de cota verticais), representação da forma correta do texto da cota conforme o seu valor, quando ele é maior ou menor que um metro. Um dos alunos egressos, S3, demonstrou não dominar o uso de escalas.

O problema mais sério apresentado foi na representação de objetos em três vistas. Mostraram não ter conhecimento das convenções para representar a posição das três vistas de um objeto tridimensional. Entretanto, mostraram que sabem representar um objeto tridimensional em perspectiva cavaleira. Mesmo sabendo que é importante o conhecimento das Normas Técnicas para representação de objetos, acreditamos que a habilidade de representar um objeto por meio de suas vistas (seja em que posição for) é de muita utilidade na profissão do tecnólogo.

Em um dos problemas, que pedia um desenho em três vistas, seis alunos fizeram uma perspectiva. Isso demonstra que possivelmente foram mais bem

preparados para o desenho tridimensional. Na realidade o desenho tridimensional é o que mais facilmente permite a compreensão de formas e volumes. Partindo-se do pressuposto que o tijolo é um elemento simples, de forma paralelepipedica, foi mais fácil aos alunos realizarem uma perspectiva, mesmo esquemática, que melhor definiu a idéia do objeto. No ementário das disciplinas de Desenho, que estes alunos cursaram, constam as perspectivas do tipo cavaleira e isométrica.

Fica uma questão para se pensar, por que os alunos egressos não desenvolveram a habilidade de desenhar a representação em três vistas conforme determina o método Mongeano que se utiliza da épura? Apesar de fazer parte do ementário da disciplina de Desenho I, o conteúdo de Geometria Descritiva é apresentado de forma a dar apenas uma introdução à matéria. São vistos somente os tópicos iniciais, apresentando-se os planos que formam os diedros e as projeções de pontos e retas. Isso nos faz acreditar que o professor não deve ter dado uma maior ênfase nesta maneira de representar, trabalhando superficialmente esse conteúdo, deixando de apresentar exemplos que facilitassem o aprendizado, como por exemplo, um diedro feito com espelhos, ou então, com exemplos práticos que mais facilmente elucidariam os questionamentos dos alunos, melhorando a sua compreensão e aprendizagem.

Normalmente nos cursos das áreas da Arquitetura e Engenharia há uma carga horária razoável de Geometria Descritiva, sendo a mesma uma disciplina que se estende durante um ou dois semestres. Infelizmente, na maioria das vezes é trabalhada de maneira que não propicia facilidade na sua compreensão. Os exercícios normalmente são propostos de maneira que os alunos copiam as soluções, sem entender o processo de transformação que o objeto representado sofre. No processo Mongeano se representam as projeções do objeto e não o objeto em si. Por não entenderem essas transformações, os alunos consideram a Geometria Descritiva uma disciplina complexa, de difícil aprendizado. Desta maneira, cabe uma orientação aos professores para que utilizem uma metodologia que facilite a aprendizagem, usando sempre que possível, materiais manipuláveis/concretos e, principalmente, que mostrem com mais intensidade as possibilidades de aplicação prática desses conhecimentos.

Quanto aos códigos do projeto arquitetônico, os mesmos foram utilizados de forma satisfatória, pois nos desenhos elaborados pelos egressos é possível verificar-se a cotagem com as respectivas medidas, a colocação de

símbolos de esquadrias, utilização de tipos de linha, etc., que foram usados corretamente, demonstrando que estes egressos têm uma boa compreensão de uma obra de edificação. Quanto a colocação de cotas nos desenhos é bom lembrar que o software AutoCAD facilita sobremaneira este procedimento, pois permite que se faça a cotação automaticamente, bastando para isso que se defina inicialmente os parâmetros, isto é, a forma de apresentação das cotas e textos, suas dimensões e tipo de fonte. Em seguida, basta clicar nos dois pontos que definem uma distância e a linha de cota com o texto são inseridos automaticamente.

No que se refere à **tecnologia** para desenhar, procuramos verificar como o egresso desenha a mão livre, ou então, utilizando-se de instrumentos tradicionais de desenho (papel, esquadros, régua paralela, escalímetro, lapiseira, borracha, dentre outros), ou usando o computador, com os softwares correspondentes (computação gráfica – AutoCAD, Arqui_3D e outros).

Mesmo tendo sido pedido que os egressos desenhassem à mão livre em um dos problemas, verificou-se que eles preferiram usar um instrumento de desenho qualquer para auxiliá-los. O agravante nesse caso aparece quando o aluno egresso, S2, usa o escalímetro, instrumento de medida e de representação em escala, como se fosse uma régua.

Um ponto forte apresentado pelos egressos foi com relação ao uso do computador. Na resolução dos problemas propostos, os egressos comprovaram que sabem utilizar o AutoCAD, pois realizaram a contento as tarefas propostas com esta ferramenta. Apesar de utilizarmos uma versão mais antiga, a 14, que a escola disponibiliza, demonstraram conhecer as versões mais atuais. Essa forma rápida de desenhar facilita inclusive quando se têm necessidade de elaborar alguns cálculos que o programa executa com precisão, como áreas e perímetros.

Quanto aos conhecimentos de **geometria**, os alunos egressos demonstraram que sabem utilizar as fórmulas para cálculo de área de figuras, bem como realizar cálculos de volumes de sólidos geométricos. Eles souberam planificar as figuras tridimensionais (partindo das vistas das mesmas), para obtenção das superfícies que usariam para calcular as áreas necessárias (problema do muro, dos pilares, do telhado). Esses conhecimentos são importantes para realizarem a interpretação dos desenhos e definirem quantidades em orçamentos. As maiores dificuldades quanto ao aspecto da geometria foi apresentada pelo egresso S7, que não soube reconhecer, ou reconheceu de forma inadequada as figuras planas de um

sólido geométrico. Também apresentaram alguma dificuldade na determinação de áreas de figuras geométricas os egressos S1, S4 e S7.

Talvez o que seja necessário é um pouco mais de atenção quanto à utilização de unidades de medida que ora aparecem em metro, ora em centímetro. Em alguns casos, o cálculo, apesar de correto, não mostra uma unidade de medida que o identifique. Na determinação de quantidades, temos materiais de construção que são especificados em unidades. Além disso, deve-se lembrar sempre de que quando se está trabalhando com quantidades de materiais, muitas vezes está-se usando uma variável discreta e não contínua. Assim sendo, quantidade de tijolos e telhas, por exemplo, devem ser dados por números inteiros.

Quanto aos conhecimentos relacionados à geometria projetiva, verificamos que os alunos em geral são capazes de representar em perspectiva (salvo S3 e S7, que não souberam representar o conjunto formado pelos pilares que sustentavam uma viga, nem a planta de cobertura), desenhavam corretamente as vistas de um objeto, usam corretamente os elementos contidos em diferentes vistas no cálculo de áreas e volumes.

No decorrer da pesquisa verificamos que o desenho é importante para o desempenho das atividades do tecnólogo. É uma ferramenta que o ajuda a expressar suas idéias, permitindo a visualização das figuras que compõem os projetos, facilitando a realização de cálculos e de orçamentos.

Há que se ressaltar que os alunos que tem maior domínio sobre os conhecimentos de geometria, têm maior facilidade em realizarem seus desenhos de projeto. De certa forma isso se evidencia quando vemos que apesar de o egresso conhecer os comandos do AutoCAD, em certos momentos, não sabe o que desenhar, assim, o seu trabalho, a sua produção fica prejudicada.

Notamos assim que o egresso deve ter conhecimentos de Desenho e também deve conhecer as técnicas e os processos construtivos. Quem sabe o que quer desenhar independente da tecnologia empregada, faz seu desenho, se faz entender.

Os egressos, em sua maioria, mostraram que têm noção das vistas de um objeto, quer seja pela representação em perspectiva ou pela representação em épura, bem como do uso da tecnologia e do conhecimento do código usado para a representação de objetos.

6.2 O QUE É POSSÍVEL DIZER SOBRE AS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES LISTADAS NA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DESTES TRABALHOS

Quanto as Unidades Curriculares de Desenho, podemos afirmar que os egressos atingiram os objetivos que as disciplinas de Desenho se propuseram a realizar. Dos ementários das disciplinas fazem parte geometria descritiva; desenho geométrico; normas técnicas; escalas; e, uso de materiais e equipamentos para desenho. Representação plana dos corpos e peças; detalhamento de corpos de peças; representação assistida por computador; e, introdução ao desenho arquitetônico: legislação urbanística; desenho completo de um projeto de edificação; especificação de projeto; detalhamento das soluções construtivas e perspectivas.

Os quatro problemas propostos enfocaram conteúdos relativos a normas técnicas, representações tridimensionais, que fizeram em forma de *épura* e em perspectiva cavaleira. Foi lhes dada a oportunidade de trabalharem com os instrumentos tradicionais de desenho e também com um software gráfico.

No que concerne às atribuições profissionais explicitadas na resolução do CONFEA, os problemas também puderam verificar a possibilidade de interpretação de uma ordem de serviço e a possibilidade de o aluno egresso transmitir seus conhecimentos para que outros possam executar uma tarefa por eles determinada. Foi possível também verificar seus conhecimentos quanto a elaboração de orçamentos, listagem e quantificação de materiais.

6.3 A GUIA DE CONCLUSÃO

Quanto ao nosso trabalho, o mesmo começou com inquietações, indagações, que aos poucos foram tomando corpo, pela pesquisa realizada, pelo contato com a literatura, pelo contato com os egressos, com a busca de referência na própria escola. Aos poucos, com a interpretação, com o amadurecimento, fomos nos dando conta de que nosso trabalho se insere numa área que mesmo já tendo sido estudada, ainda não o foi até a exaustão. Por ser uma linguagem gráfica, o Desenho deve ser ensinado, pois se for aprendido, poderá ser aplicado no dia a dia das pessoas. Ele não é privilégio dos profissionais das áreas da arquitetura, engenharia e agronomia, que utilizam essa ferramenta tão importante para

desempenharem suas atividades profissionais. Acreditamos que o desenho deveria ser ensinado a todos, em todas as nossas escolas e em todos os níveis. Apesar de não termos o Desenho como disciplina obrigatória, os Parâmetros Curriculares Nacionais incentivam a possibilidade de se desenvolver os seus conteúdos juntamente com os conteúdos das demais disciplinas. O que precisa acontecer de imediato é que os professores deveriam ser estimulados, dentro de cada uma de suas disciplinas, a aprender desenho para ensinar a seus alunos os conteúdos mínimos propostos.

Como exemplo de aplicação, vemos que a cada dia mais se estreitam as possibilidades de uso de meios informatizados na área de comunicação, o que permite a utilização do computador como instrumento capaz de possibilitar o contato dos alunos com as artes, o cinema, multimídia artística, *CDROM* artístico, dentre outros. As competências que podem ser adquiridas na produção de arte visual passam necessariamente por trabalhos que envolvam os desenhos, pinturas, gravuras, modelagens, artes gráficas, como folhetos, cartazes, encartes, logotipos, etc.

Cabe aos professores buscarem sua formação, buscarem conhecimentos que lhes proporcionem entender os processos de ensino e de aprendizagem desta área tão fértil e criativa. Muitas vezes, a duras penas conseguimos entender e fazer transformações espaciais e devemos fazer o máximo para melhorar a visão espacial, tanto nossa, como de nossos alunos, para que esse conhecimento seja aplicado no dia-a-dia.

Para o ensino de Desenho, pudemos verificar por meio desta pesquisa alguns pontos fracos nos quais os professores devem investir um pouco mais de atenção e de tempo. Um desses pontos é a representação em três vistas de um objeto tridimensional.

Seria interessante também experimentar metodologias que contribuíssem para a aprendizagem do desenho, visando à aplicação prática dessa disciplina entre os profissionais que a têm como um instrumento de trabalho, como Arquitetos, Engenheiros e Tecnólogos.

Por fim, apesar de termos uma amostra pequena, acreditamos que os alunos egressos da UTFPR, demonstraram competência e habilidade ao mobilizarem conhecimentos relacionados ao desenho, que se imagina serem úteis, quando no desempenho de suas atividades profissionais, quando estiverem trabalhando em sua área de formação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 6492 : Representação de projetos de arquitetura*. Rio de Janeiro: ABNT. 1994.

ARTAUD, J.; DOLLE, J. M.; LARDEAUX, P. *”Difficultés dans l’apprentissage et utilisation des aspects géométriques du dessin en L. E. P.”*. Em *L’apprentissage de la géométrie du dessin technique – Des constats d’échec et des moyens de réussite*. Collection Repports de recherché – 1984, N° 9. Institut National de recherche pédagogique. Paris. 1985.

BAL, J. J.; RABARDEL, P.; VERILLON, P.; *”Présenter la géométrie du dessin technique”*. Em *L’apprentissage de la géométrie du dessin technique – Des constats d’échec et des moyens de réussite*. Collection Repports de recherché – 1984, N° 9. Institut National de recherché pédagogique. Paris. 1985.

BLIN, B.; DURON, H. G.; *”Des outils pour aborder le dessin technique”*. Em *L’apprentissage de la géométrie du dessin technique – Des constats d’échec et des moyens de réussite*. Collection Repports de recherché – 1984, N° 9. Institut National de recherche pédagogique. Paris. 1985.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora. 1999.

BOULOS, P.; CAMARGO, IVAN. *Geometria Analítica um tratamento vetorial*. 3ª Edição. São Paulo. Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Decreto 2208 de 17/04/97. Brasília, 1997a.

BRASIL. Decreto 2406 de 27/11/97. Brasília, 1997a.

BRASIL. Lei 9.394/96 de 20/12/96. Brasília, 1996.

BRASIL. Portaria 646 de 14/05/97. 1997. Brasília, 1997a.

BRASIL. Projeto de Lei 1603. Brasília, 1996.

CAMPOS, A. R. S. A. *O desenho no novo ensino médio*. 15 SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO. São Paulo, 2001.

CARVALHO, G. L.; ALMEIDA, I. A. C. *A Representação do projeto arquitetônico aliando a computação gráfica aos traçados de desenho tradicionais*. XIV CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA GRÁFICA. Santander, 2002.

CREA. Manual de Profissional da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. CREA-PR. 2000.

GOMES A.; RALHA E. O Conceito de Ângulo: experiências e reflexões sobre o conhecimento matemático de (futuros) professores de 1º ciclo. *Revista de Investigação em Educação Matemática*, v. XIV, n. 1, 2005.

GUIA DOS CURSOS REGULARES DA UTFPR – ANO 2006, de out./2005.

GURGEL, M. *Projetando Espaços – guia de arquitetura de interiores para áreas residenciais*. São Paulo: Editora Senac. 2003.

HIGELE, P. "L'apprentissage des opérations de projections projectives". Em *L'apprentissage de la géométrie du dessin technique – Des constats d'échec et des moyens de réussite*. Collection Repports de recherché – 1984, N° 9. Paris. Institut National de recherche pédagogique. Paris, 1985.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Pulo: EPU, 1986.

MASSIRONI, M. *Ver pelo Desenho aspectos técnicos, cognitivos, comunicativos*. São Paulo: Martins Fontes Editora Ltda. 1982

MORETO, V. P. *Reflexões construtivistas sobre habilidades e competências*. *Dois Pontos: Teoria e Prática em Gestão*. Vol. 5, N° 42, Maio-Junho 99. Belo Horizonte. Fundação Pitágoras.

MUNARI, B. *Diseño y Comunicación Visual*. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli S. A, 1985.

NASCIMENTO, A. T. *O ensino do desenho na educação brasileira: apogeu e decadência de uma disciplina escolar*. I CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO. *Anais*. Florianópolis, 1996.

Parecer CNE/CES 436/2001 (Antonio Alberto Serpa de Oliveira, Antonio MacDowel de Figueiredo e Vilma de Mendonça Figueiredo)

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO. Documento de solicitação de reconhecimento do “Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações”, 20/10/2003n

RAMOS, M. N. *Educação Básica e Educação Profissional: Projetos em Disputa MEC – SEMTEC*. Anped, Poços de Caldas, 2003. Disponível em <http://www.lppuerj.net/olped/documentos/0537.pdf> Acesso em 06/08/2006.

RIBEIRO, A.C.; PERES, M.P.; IZIDORO, N. *Introdução ao estudo do desenho técnico*. Disponível em: http://www.faenquil.br/na_apostila/pdf/capitulo1.pdf Acesso em: 22/04/2006.

ZOUGARRI, G.; WEILL-FASSINA, A.; VERMERSCH, P. *Performances et copétences d’élèves de L. E. P. Dans des épreuves de lecture de forme*. Em *L’apprentissage de la géométrie du dessin technique – Des constats d’échec et des moyens de réussite*. Collection Repports de recherché – 1984, N° 9. Institut National de recherche pédagogique. Paris. 1985.

APÊNDICES

APÊNDICE I
QUESTÕES PROPOSTAS AOS EGRESSOS DO CURSO DE TECNOLOGIA EM
MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES

Mestrado em Estudo de Ciências e Educação Matemática

Mestrando: Luiz Becher

Teste de desenho com alunos egressos do curso de Tecnologia em Materiais para Edificações, da UTFPR, campus Campo Mourão.

Nome do aluno: _____

Observação:

Estes exercícios serão utilizados para verificar como o Desenho pode ajudá-lo a desempenhar suas funções em sua profissão de Tecnólogo em Materiais para Edificações. Para tanto você poderá utilizar de forma intensiva os recursos de desenho para alcançar as respostas.

Problemas:

1 – Desenhe as três vistas de um tijolo de seis furos, conforme você aprendeu no Desenho Técnico. Em seguida, escolha a vista mais apropriada e calcule a quantidade de tijolos necessários para construir um muro de 10,00 m de comprimento e 2,00 m de altura. (desconsidere pilares e vigas de sustentação do muro).

2 - Desenhar à mão livre, em perspectiva o conjunto formado por dois pilares de 20x30 cm, encimados por uma viga de 20x50cm, sendo a distância entre as faces internas dos pilares de 3,00m e a distância do piso até a face inferior da viga de 2,50m. Após desenhar, calcular o volume de concreto em m³, e a área de formas em m², necessários para a execução do conjunto.

3 – Desenhe, na escala 1/50, a planta baixa, os cortes longitudinal e transversal e uma elevação, conforme o croqui dado abaixo.

Considere:

a – pé direito de 2,80m;

b - cobertura em quatro águas, com inclinação de 30%;

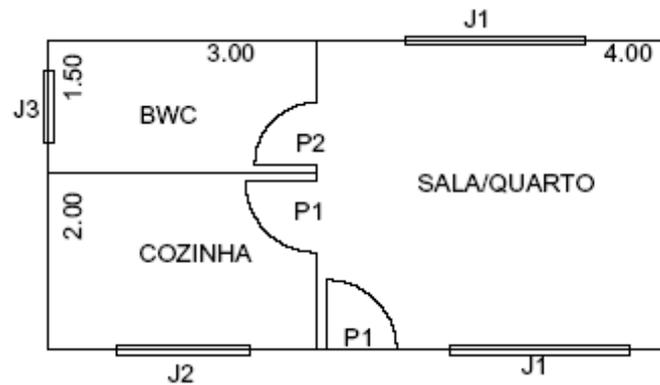
c - beiral com 80 cm de largura;

d - esquadrias com as seguintes dimensões em cm, sendo largura, altura e peitoril, conforme o caso:

P1 80x210, P2 70x210,

J1 200x120/90, J2 150x100/110 e J3 80x60/150.

e – espessura das paredes externas 20 cm e paredes internas 15 cm.



4 – Considerando-se o telhado do projeto executado na questão 3, calcule a quantidade de telhas necessárias para se fazer a cobertura considerando-se que suas dimensões úteis são de 22x40 cm.

APÊNDICE II
CARTA DE CESSÃO

Carta de Cessão fornecida pelos alunos egressos participantes da pesquisa

Eu (nome, estado civil, R. G.) declaro para os devidos fins que cedo os direitos das respostas dos problemas elaborados por Luiz Becher, R. G. 1158794-PR, para que ele possa usá-las integralmente, sem restrições de prazos e limites de citações desde a presente data.

Desde já abduco de direitos meus e de meus descendentes, e para tal, subscrevo a presente.

Local e data

Assinatura

ANEXOS

ANEXO I
UNIDADES CURRICULARES E CARGAS HORÁRIAS DO CURSO DE
TECNOLOGIA EM MATERIAIS PARA EDIFICAÇÕES, DA UTFPR – CAMPUS DE
CAMPO MOURÃO

Unidades Curriculares e Cargas Horárias do Curso de Tecnologia em Materiais para Edificações, da UTFPR – campus de Campo Mourão:

<i>UNIDADES CURRICULARES</i>	<i>CARGA HORÁRIA SEMANAL (H)</i>	<i>CARGA HORÁRIA SEMESTRAL (H)</i>
<i>Módulo 1 - 1º Período - Fundamentação básica</i>		
Matemática Aplicada I	4	64
Física Aplicada	4	64
Química Tecnológica	4	64
Desenho I	3	48
Tecnologia da Informação I	4	64
Introdução à Construção Civil	3	48
Comunicação Lingüística I	3	48
<i>SUBTOTAL</i>	25	400
<i>Módulo 1- 2º Período - Fundamentação básica</i>		
Matemática Aplicada II	3	48
Desenho II	5	80
Qualidade de Vida	2	32
Resistência dos Materiais	5	80
Estatística Aplicada	4	64
Metodologia Científica	2	32
Química Tecnológica II	4	64
<i>SUBTOTAL</i>	25	400
<i>Módulo 2- 3º Período – Fiscal de obra</i>		
Tintas e Vernizes	03	48
Desenho III	04	64
Materiais Poliméricos	03	48
Materiais Cerâmicos	04	64
Segurança	03	48
Tecnologia do Concreto	05	80
Mecânica dos Solos	03	32
<i>SUBTOTAL</i>	25	400
<i>Módulo 2- 4º Período – Fiscal de obra</i>		
Concreto Armado	05	80
Revestimentos e Vedação	04	64
Argamassas	05	80
Empreendedorismo	02	48
Hidráulica Básica	02	32
Eletricidade Básica	02	32
Técnicas Construtivas	05	80
<i>SUBTOTAL</i>	25	400
<i>Módulo 2- 5º Período – Fiscal de obra</i>		
Gestão Ambiental	02	32

<i>UNIDADES CURRICULARES</i>	<i>CARGA HORÁRIA SEMANAL (H)</i>	<i>CARGA HORÁRIA SEMESTRAL (H)</i>
Orçamentos	05	80
Gerência de Obras	04	64
Sistema Prediais Hidráulico- Sanitários	04	64
Sistemas Elétricos	04	64
Administração	04	64
Gestão da Qualidade	02	32
<i>SUBTOTAL</i>	25	400
<i>Módulo 3- 6º Período – Gestão de Materiais</i>		
Concretos Especiais	03	48
Impermeabilização	03	48
Patologia das Construções	03	48
Metais	03	48
Tópicos Especiais em Materiais de Construção	03	48
Aplicação de Novos Materiais	03	48
Compatibilização de Projetos	03	48
Madeira e Aço	03	48
<i>SUBTOTAL</i>	25	400
<i>7º Período</i>		
Estágio Curricular		400
Trabalho de Diplomação		200
Carga Horária da Instituição		2400
<i>TOTAL</i>		3000

ANEXO II
RESOLUÇÃO Nº. 313, DE 26/09/86 DO CONFEA

Resolução Nº. 313, de 26/09/86 do CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, que regulamenta o exercício profissional dos tecnólogos,

Art. 1º - Os Tecnólogos, egressos de cursos de 3º Grau cujos currículos fixados pelo Conselho Federal de Educação forem dirigidos ao exercício de atividades nas áreas abrangidas pela Lei nº. 5.194, de 24 DEZ 1966, terão os seus registros e atribuições regulados por esta Resolução.

Art. 2º - É assegurado o exercício da profissão de Tecnólogo a que se refere o Art. 1º:

a) aos que possuam, devidamente registrado, diploma de nível superior expedido pela conclusão de curso reconhecido pelo Conselho Federal de Educação;

b) aos que possuam, devidamente revalidado e registrado no País, diploma de instituição estrangeira de ensino técnico superior, bem como aos que tenham exercício profissional, no País, amparado por convênios internacionais.

Art. 3º - As atribuições dos Tecnólogos, em suas diversas modalidades, para efeito do exercício profissional, e da sua fiscalização, respeitadas os limites de sua formação, consistem em:

- 1) elaboração de orçamento;
- 2) padronização, mensuração e controle de qualidade;
- 3) condução de trabalho técnico;
- 4) condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- 5) execução de instalação, montagem e reparo;
- 6) operação e manutenção de equipamento e instalação;
- 7) execução de desenho técnico.

Parágrafo único - Compete, ainda, aos Tecnólogos em suas diversas modalidades, sob a supervisão e direção de Engenheiros, Arquitetos ou Engenheiros Agrônomos:

- 1) execução de obra e serviço técnico;
- 2) fiscalização de obra e serviço técnico;
- 3) produção técnica especializada.

Art. 4º - Quando enquadradas, exclusivamente, no desempenho das atividades referidas no Art. 3º e seu parágrafo único, poderão os Tecnólogos exercer as seguintes atividades:

- 1) vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- 2) desempenho de cargo e função técnica;
- 3) ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica, extensão.

Parágrafo único - O Tecnólogo poderá responsabilizar-se, tecnicamente, por pessoa jurídica, desde que o objetivo social desta seja compatível com suas atribuições.

Art. 5º - Nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características do seu currículo escolar, consideradas em cada caso apenas as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescentadas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade.

Parágrafo único - Serão discriminadas no registro profissional as atividades constantes desta Resolução.

Art. 6º - A denominação de Tecnólogo é reservada aos profissionais legalmente habilitados e registrados na forma da legislação vigente.

Art. 7º - Os cargos, funções e empregos, cujo desempenho é permitido aos Tecnólogos no serviço público federal, estadual e municipal, em órgãos da administração indireta ou em entidades privadas, somente poderão ser exercidos por profissionais legalmente habilitados e registrados nos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

Parágrafo único - Será obrigatório o uso da denominação "TECNÓLOGO", acrescida da respectiva modalidade, na caracterização dos cargos, funções e empregos a que se refere este artigo.

Art. 8º - Nos trabalhos executados por Tecnólogos, de que trata esta Resolução, são obrigatórios, além da assinatura, a menção explícita do título profissional e do número da carteira referida no Art. 11 da presente Resolução e do Conselho Regional que a expediu.

Parágrafo único - Em se tratando de obras ou serviços executados de forma independente, é obrigatória a manutenção de placa visível ao público, escrita em letras de forma, com nome, título, número da carteira e do CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia que a expediu, do TECNÓLOGO responsável pelas mesmas, bem como do profissional supervisor.

Art. 10 - Os profissionais de que trata esta Resolução só poderão exercer a profissão após registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, sob cuja jurisdição se achar o local de sua atividade.

Art. 11 - Ao profissional registrado no Conselho Regional será expedida Carteira Profissional de TECNÓLOGO, conforme modelo aprovado por Resolução do CONFEA, a qual substituirá o diploma ou certificado, valerá como documento de identidade e terá fé pública.

Art. 12 - Os TECNÓLOGOS, cujos diplomas ou certificados estejam em fase de registro, poderão exercer as respectivas profissões mediante registro provisório no Conselho Regional, por um ano, prorrogável por mais um ano, a critério do órgão.

Art. 13 - O profissional registrado em qualquer Conselho Regional, quando exercer atividade em outra região, ficará obrigado a visar seu registro.

Art. 14 - O exercício da profissão de TECNÓLOGO é regulado, no que couber, pelas disposições da Lei nº. 5.194, de 24 DEZ 1966, inclusive quanto aos regimes de anuidades, emolumentos e taxas, penalidades e comportamento ético.

Parágrafo único - Aplicam-se igualmente aos TECNÓLOGOS disposições da Lei 6.496, de 07 DEZ 1977.

Art. 15 - Aos TECNÓLOGOS já registrados nos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, anteriormente à publicação da presente Resolução, serão estendidas as atribuições por ela conferidas, desde que compatíveis com os currículos e programas cumpridos.

Parágrafo único - Fica estabelecido o prazo de 12 (doze) meses, a contar da publicação da presente Resolução, para os interessados promoverem a devida anotação dos registros nos Conselhos Regionais.

(...)

ANEXO III
UTFPR - HISTÓRICO DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ

A UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná¹²

É uma autarquia de regime especial, vinculada ao Ministério da Educação e que tem por finalidade formar e qualificar profissionais nos vários níveis e modalidades de ensino para os diversos setores da economia, bem como realizar pesquisa e desenvolvimento tecnológico de novos processos, produtos e serviços em estreita articulação com os setores produtivos e a sociedade, fornecendo mecanismos para a educação continuada, tendo sempre como ponto de referência a formação integral através das disciplinas de educação geral, das atividades extracurriculares e da integração do ensino, da pesquisa e da extensão.

Nasceu em 1909, com a Criação das Escolas de Aprendizizes e Artífices, que foi instalada em 1910, como Escola de Aprendizizes e Artífices de Curitiba. Em 1937, transforma-se em Liceu Industrial de Curitiba (Ensino de 1º Ciclo). Já em 1942, passa a chamar-se Escola Técnica de Curitiba (Ensino de 1º e 2º Ciclos). Em 1944 tem novo impulso, com a criação do Curso Técnico em Mecânica. Em 1946 é implementado na Instituição o Centro de Formação de Professores da Comissão Brasileiro-Americana Industrial (CBAI).

Em 1959, passa a ser Escola Técnica Federal do Paraná, quando ocorre uma reestruturação administrativa, a qual possibilita maior autonomia e descentralização, com reformulação curricular.

A partir de 1973, passou a ofertar os cursos de Engenharia de Operação na área da Construção Civil e Elétrica (cursos superiores de curta duração).

A transformação para Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, se deu no ano de 1978, passando a oferecer, além dos cursos técnicos, também curso superiores na área da engenharia, sendo o primeiro curso o Curso de Engenharia Industrial Elétrica, sendo que o segundo curso, na área de Engenharia Industrial Mecânica só viria a ser instalado em 1992.

No ano de 1984, deu início aos Cursos de Formação de Professores (Esquemas I e II) e em 1988, passa a oferecer aos seus alunos cursos de pósgraduação.

¹² Extraído do processo de reconhecimento do Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações.

Com a finalidade de levar ao interior do País um ensino de qualidade favorecendo os anseios de realização e progresso da região, tornando-a um pólo de tecnologia apta para atrair novos investimentos e ampliando o seu grau de desenvolvimento, o Governo Federal criou, em 1986, o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino Técnico.

Assim, a instituição que até então atendia ao estado do Paraná somente com sua sede na Capital, busca novos caminhos, integrando-se a novas regiões, interiorizando-se a partir de 1991, quando é inaugurada oficialmente a sua primeira Unidade de Ensino Descentralizada (UNED) em Medianeira. A interiorização continua sendo efetivada, sendo que em 1993, entram em funcionamento as Unidades de Ensino Descentralizadas (UNED's), nos municípios de Pato Branco, (sendo efetivada a incorporação da Faculdade de Ciências e Humanidades de Pato Branco), Cornélio Procópio e Ponta Grossa, respectivamente, no Sudoeste, 2º Planalto e Norte, no Estado do Paraná.

Continuando sua interiorização, em 1995, entra em atividades a Unidade de Ensino Descentralizada de Campo Mourão, ofertando os cursos técnicos de Edificações e Alimentos.

Neste mesmo ano a instituição fecha o ciclo desde o ensino médio até o doutorado, quando dá início ao Programa de pós-graduação “stricto sensu”, na área de Tecnologia.

Em 1996, tem início do Curso de Engenharia de Produção Civil em Curitiba, o qual foi convertido a partir do Curso de Tecnologia da Construção Civil – modalidade Edifícios. No segundo semestre deste mesmo ano, tem início os Cursos de 3º Grau na Unidade de Medianeira.

A partir do advento da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, tem início a extinção dos cursos Técnicos integrados do sistema CEFET-PR, sendo que a partir do primeiro semestre de 1999, têm início os cursos de Tecnologia, como segue:

Unidade de Campo Mourão; com os seguintes cursos: Tecnologia em Construção Civil, Modalidade: Materiais de Construção; Tecnologia Ambiental, Modalidade: Meio Urbano; e, Tecnologia em Alimentos, Modalidade: Industrialização de Grãos, Cereais e Amido

Unidade de Cornélio Procópio; com os seguintes cursos: Tecnologia em Eletrotécnica, Modalidade: Automação e Acionamentos Industriais; Tecnologia

em Informática, Modalidade: Sistemas de Informação; e, Tecnologia em Mecânica, Modalidade: Manutenção Industrial.

Unidade de Curitiba; com os seguintes cursos: Tecnologia em Eletrônica, Modalidade: Automação de Processos Industriais; Tecnologia em Eletrônica, Modalidade: Comunicações; Tecnologia em Eletrotécnica, Modalidade: Automação em Acionamentos Industriais; Tecnologia em Eletrotécnica, Modalidade: Gestão Comercial; Tecnologia em Mecânica, Modalidade: Mecatrônica; Tecnologia em Mecânica, Modalidade: Gestão da Manufatura; Tecnologia em Informática, Modalidade: Teleinformática; Tecnologia em Química Ambiental, Modalidade: Controle e Aproveitamento de Resíduos; Tecnologia em Construção Civil, Modalidade: Concreto; Tecnologia em Móveis, Modalidade: Projeto de Móveis; Tecnologia em Artes Gráficas, Modalidade: Projeto Gráfico; e, Tecnologia em Radiologia, Modalidade: Radiodiagnóstico.

Unidade de Medianeira; com os seguintes cursos: Tecnologia em Alimentos, Modalidade: Industrialização de Carnes; Tecnologia em Alimentos, Modalidade: Industrialização de Laticínios; Tecnologia Ambiental, Modalidade: Resíduos Industriais; Tecnologia em Eletromecânica, Modalidade: Operação e Manutenção Industrial; e, Tecnologia em Informática, Modalidade: Sistemas de Informação

Unidade de Pato Branco; com os seguintes cursos: Tecnologia em Construção Civil, Modalidade: Gerência de Obras; Tecnologia em Eletromecânica, Modalidade: Manutenção Industrial; Tecnologia em Eletrônica, Modalidade: Automação de Processos Industriais; Tecnologia em Informática, Modalidade: Sistemas de Informação; e, Tecnologia em Química Industrial, Modalidade: Processos Agro-industriais.

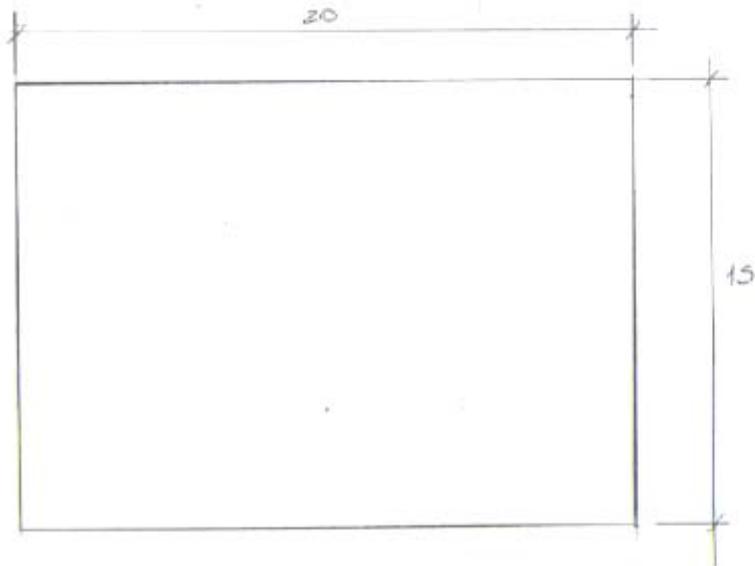
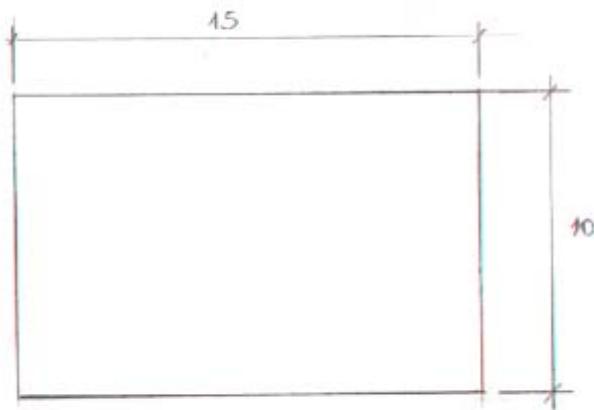
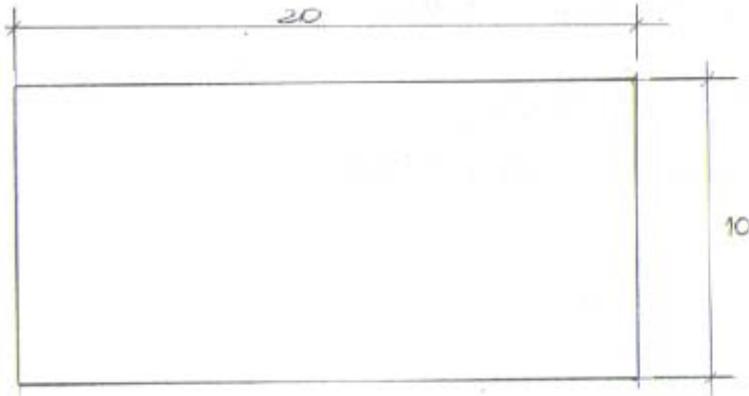
Unidade de Ponta Grossa; com os seguintes cursos: Tecnologia em Alimentos, Industrialização de Laticínios; Tecnologia em Mecânica, Modalidade: Processos de Fabricação; Tecnologia em Eletrônica, Modalidade: Comunicações; e, Tecnologia em Informática, Modalidade: Sistemas de Informação.

Por intermédio da Lei 11184, de 10/10/2005, o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná transforma-se na primeira Universidade Tecnológica do Brasil, a UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, passando as suas UNED's – Unidades de Ensino Descentralizadas a condição de campus.

Há que se salientar que com tradição de mais de nove décadas de existência, a UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná é considerada hoje um centro de referência do ensino tecnológico do sul do país, porque entende que a educação tecnológica se constitui de um processo de formação e geração de conhecimentos científicos que viabilizem ao indivíduo o domínio da técnica em nível intelectual, para garantir-lhe não apenas uma competência instrumental segmentada, mas uma formação integral que lhe permita exercer seu papel social e adaptar-se às constantes modificações do mercado de trabalho. É uma instituição que se caracteriza pela busca permanente de evolução no que diz respeito às adequações das exigências da sociedade e da evolução tecnológica.

ANEXO IV
DADOS COLETADOS COM ALUNOS

Respostas de S1



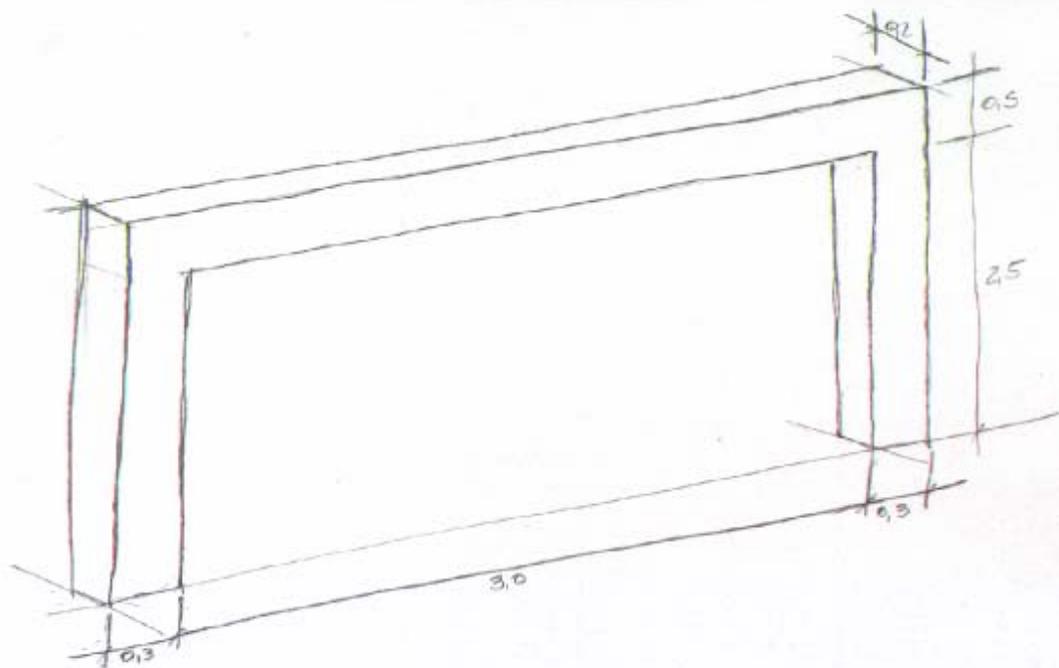
Exe 1/20

$$\text{MUJRO } 10,00 \text{ m} \times 2,00 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$$

$$\text{TIZOLO } 0,2 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{TIZOLO POR m}^2 = 33,33$$

$$\text{TOTAL TIZOLOS} = 667 \text{ TIZOLOS}$$



$$\text{AREA PILAROS} = 0,3 \times 0,2 \times 2,5 \times 2 = 0,3 \text{ m}^3$$

$$\text{VIGA} = 0,5 \times 0,2 \times 3,6 = 0,36 \text{ m}^3$$

$$\underline{0,66 \text{ m}^3}$$

$$\text{FORMA PILAROS} = (0,3 + 0,2) \times 2 \times 2,5 \times 2 = 5,0 \text{ m}^2$$

$$\text{FORMA VIGA} = (3,6 + 0,2) \times 2 \times 0,2 + 0,2 \times 3,6 = 7,0 \text{ m}^2$$

$$\underline{12,0 \text{ m}^2}$$

CONSIDERANDO-SE A INCLINAÇÃO DE 30% TEMOS

2 TRIÂNGULOS BASE = 5,65, ALTURA = 2,95 - ÁREA = 16,67 m²

2 TRAPÉZIOS BASE MAIOR = 9,15
BASE MENOR = 3,50
ALTURA = 2,95 ————— ÁREA = 37,32 m²

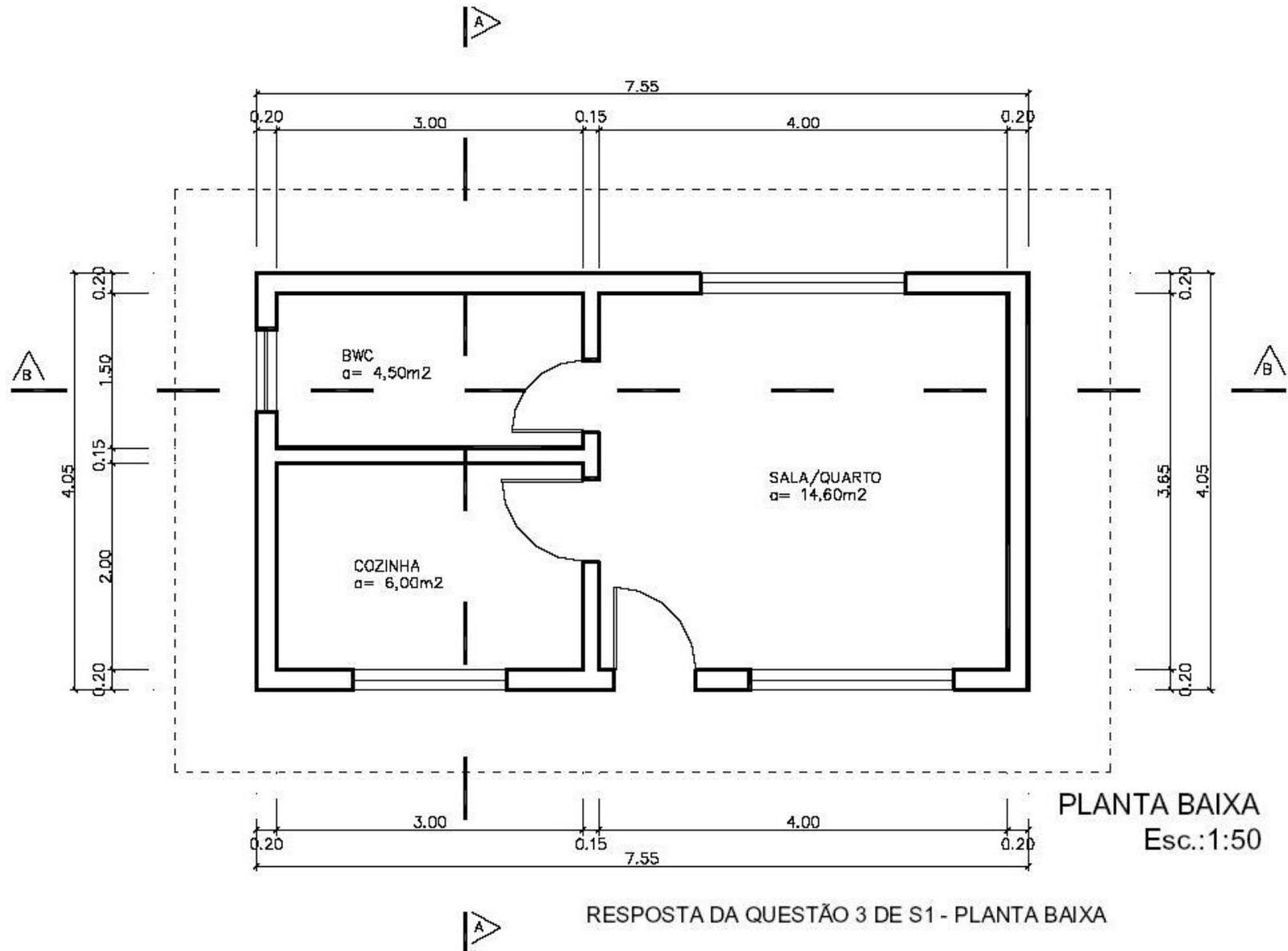
$$\triangle 2 \times \left(\frac{5,65 \times 2,95}{2} \right) = 16,67 \text{ m}^2$$

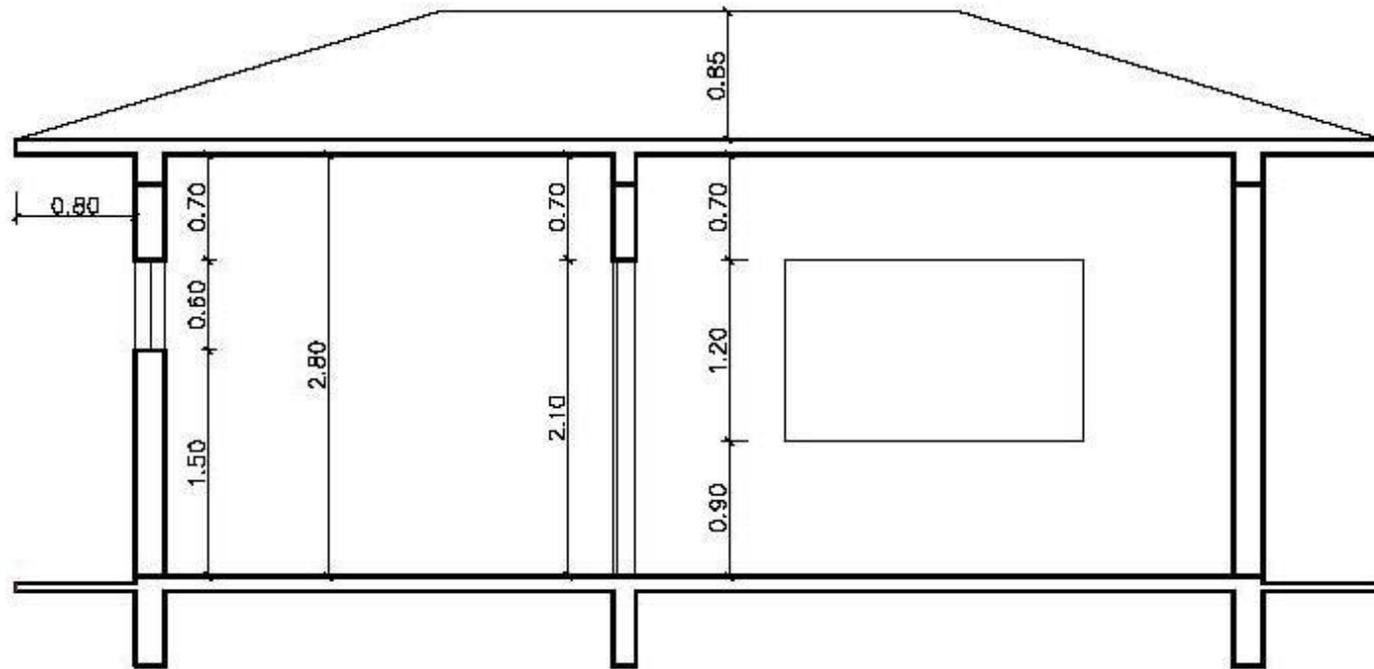
$$\text{trapezoido} 2 \times \left(\left(\frac{9,15 + 3,50}{2} \right) \times 2,95 \right) = 37,32 \text{ m}^2$$

ÁREA TOTAL = 53,99 m²

TELHA = 22x40 = 0,88 m²

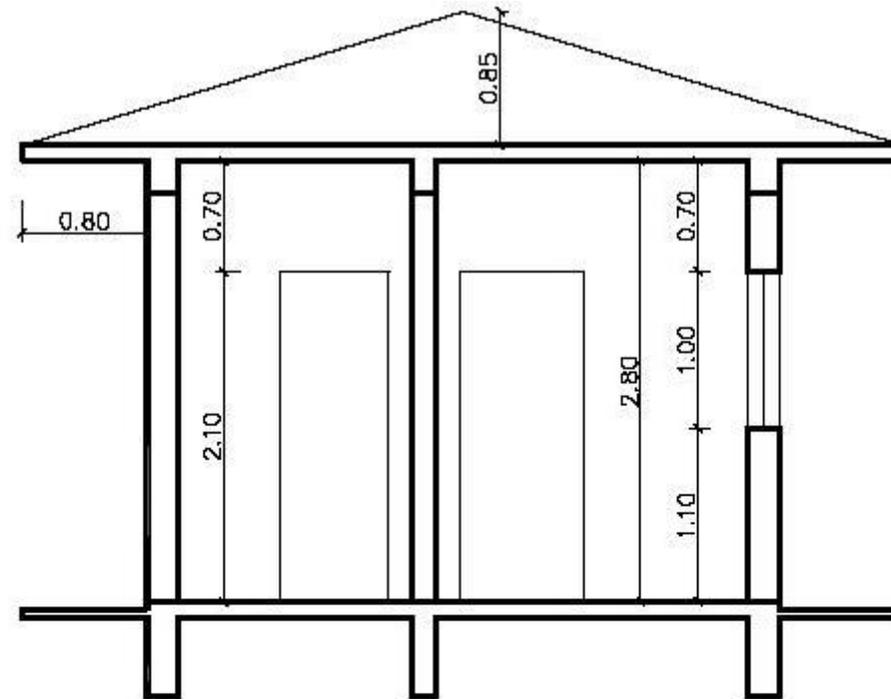
$$\frac{53,99}{0,88} = 614 \text{ TELHAS}$$





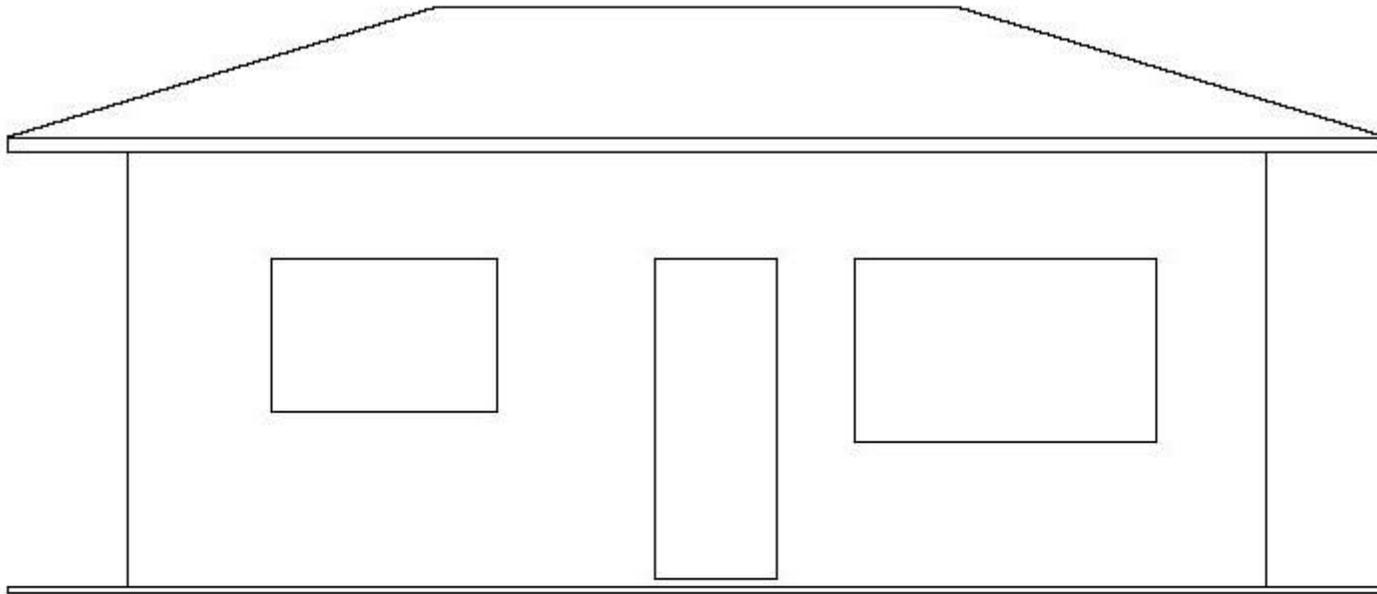
CORTE B-B
Esc.:1:50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S1 - CORTE LONGITUDINAL



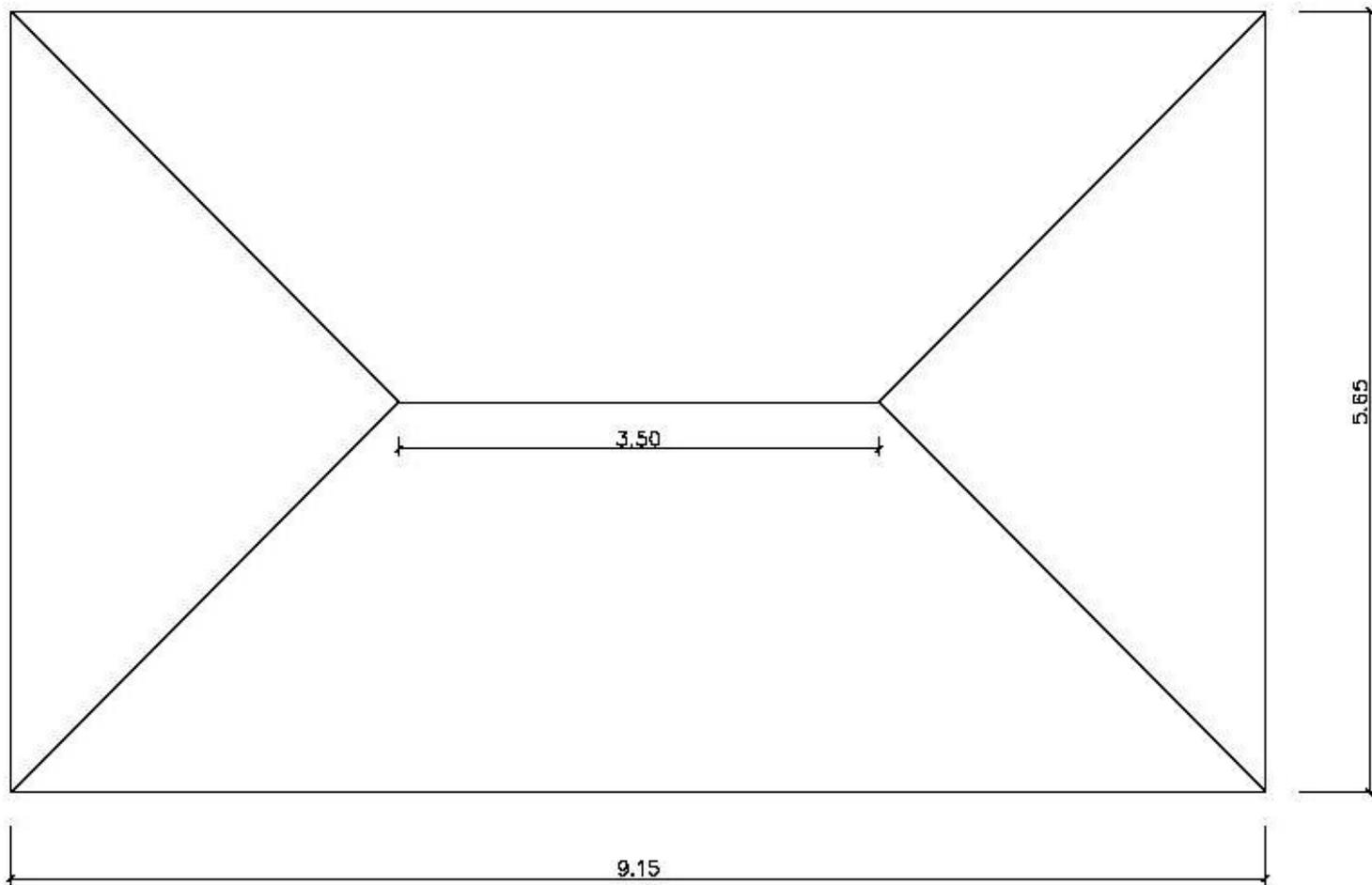
CORTE A-A
Esc.:1:50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S1 - CORTE TRANSVERSAL



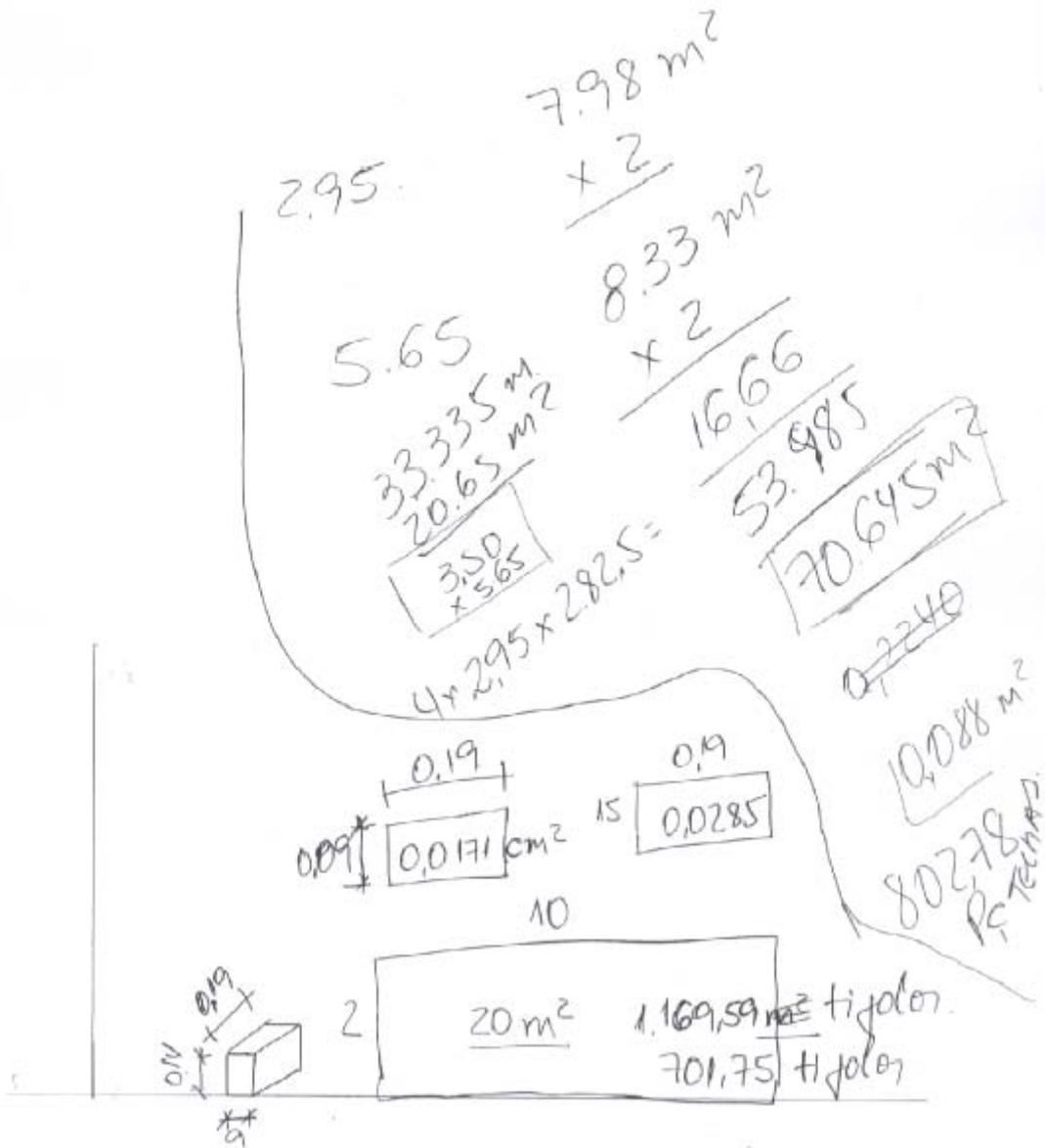
ELEVAÇÃOFRONTAL
Esc.:1:50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S1 - ELEVAÇÃO FRONTAL

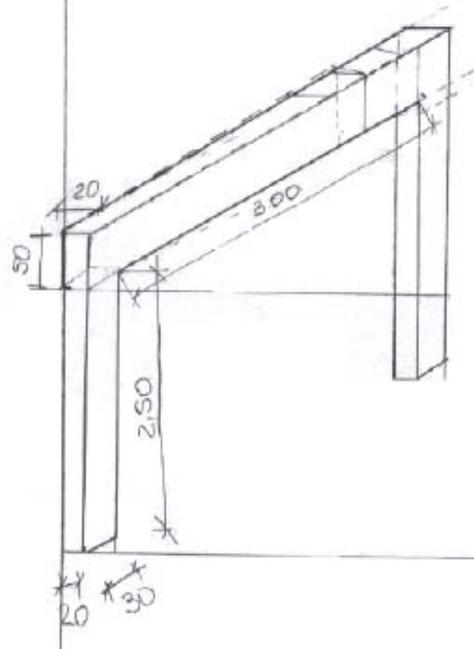


RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S1 - COBERTURA

Respostas de S2



Fundamente $300 - 0,25 = 0,75 \text{ m}^2$
 F.E.V $3,60 - 0,50 = 3,10 \text{ m}^2$
 L.P. $2,50 \times 4 \times 0,30 = 3,0 \text{ m}^2$
 F.E.P. $3,00 \times 2 \times 0,25 = 1,5 \text{ m}^2$
 F.I.P. $2,50 \times 2 \times 0,25 = 1,25 \text{ m}^2$
AF = 10,10 m²



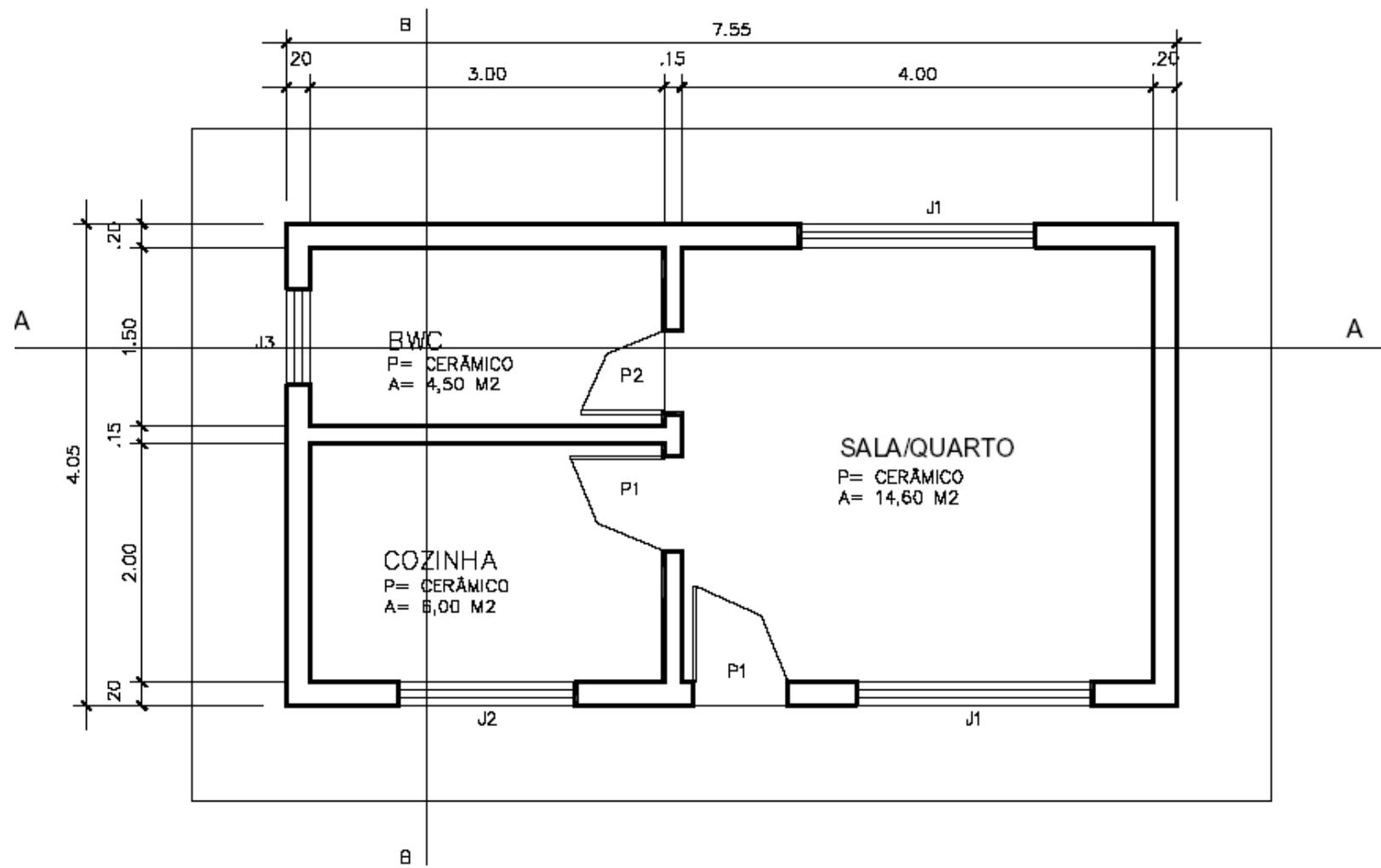
Viga $0,20 \times 0,50 \times 3,60$

 $0,36 \text{ m}^3$

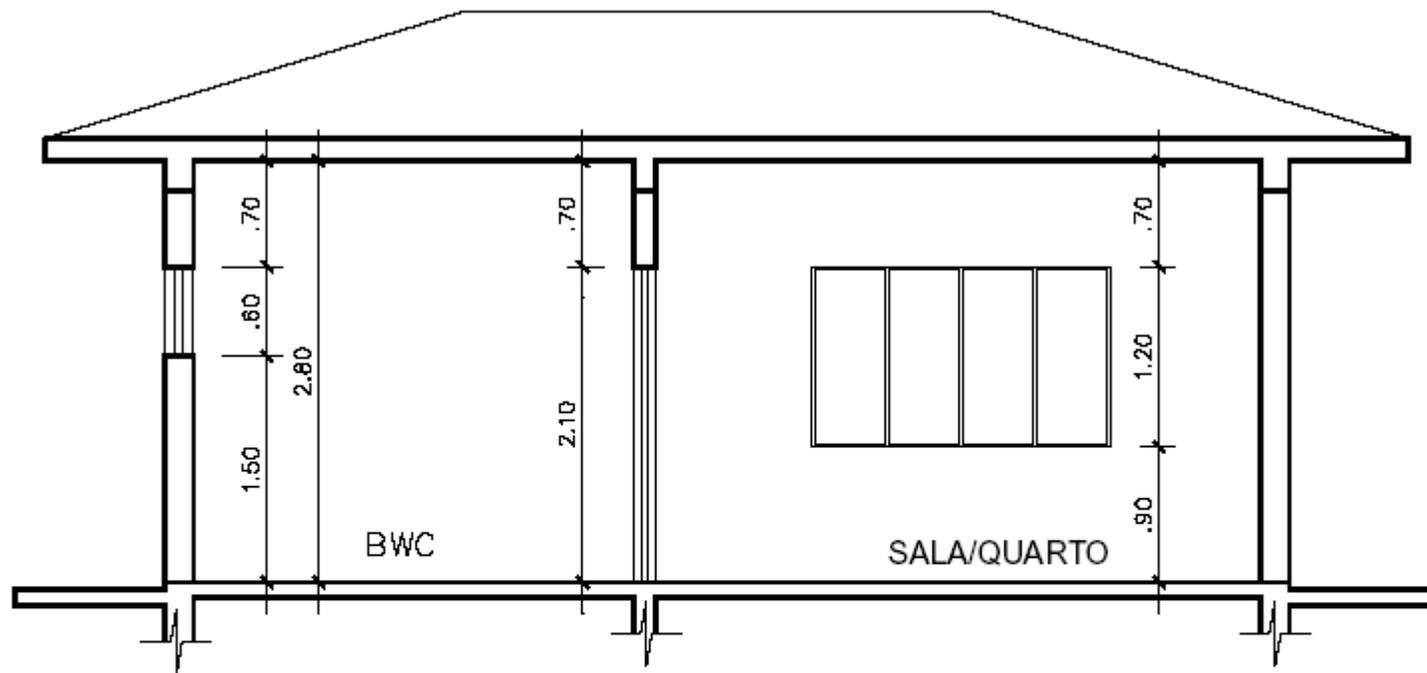
Pilar $0,20 \times 0,30 \times 2,50 =$
 $0,15 \text{ m}^3$

$0,36$
 $0,15$

 $0,51 \text{ m}^3$

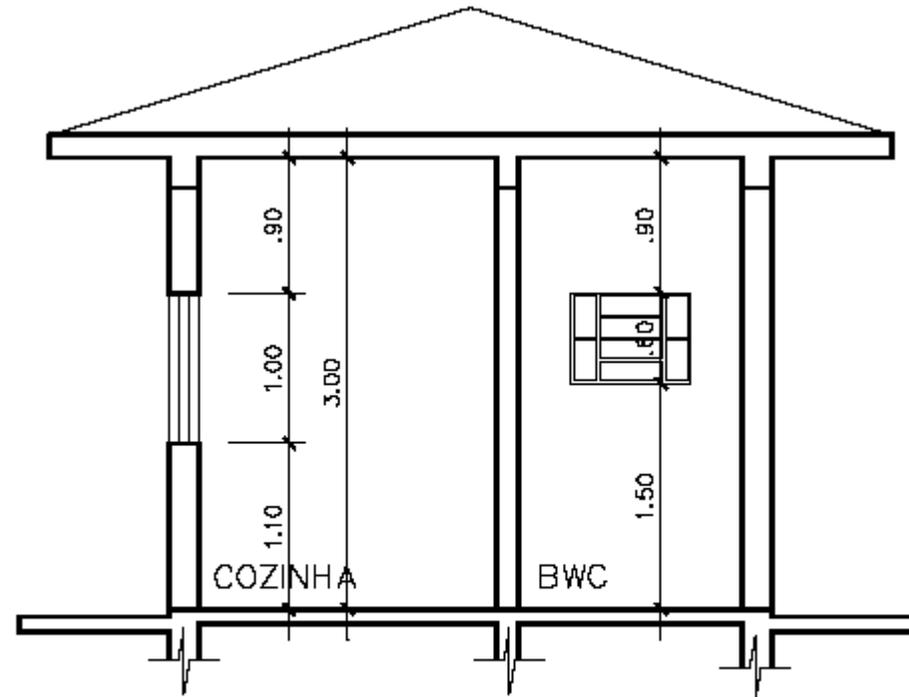


RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S2 - PLANTA BAIXA

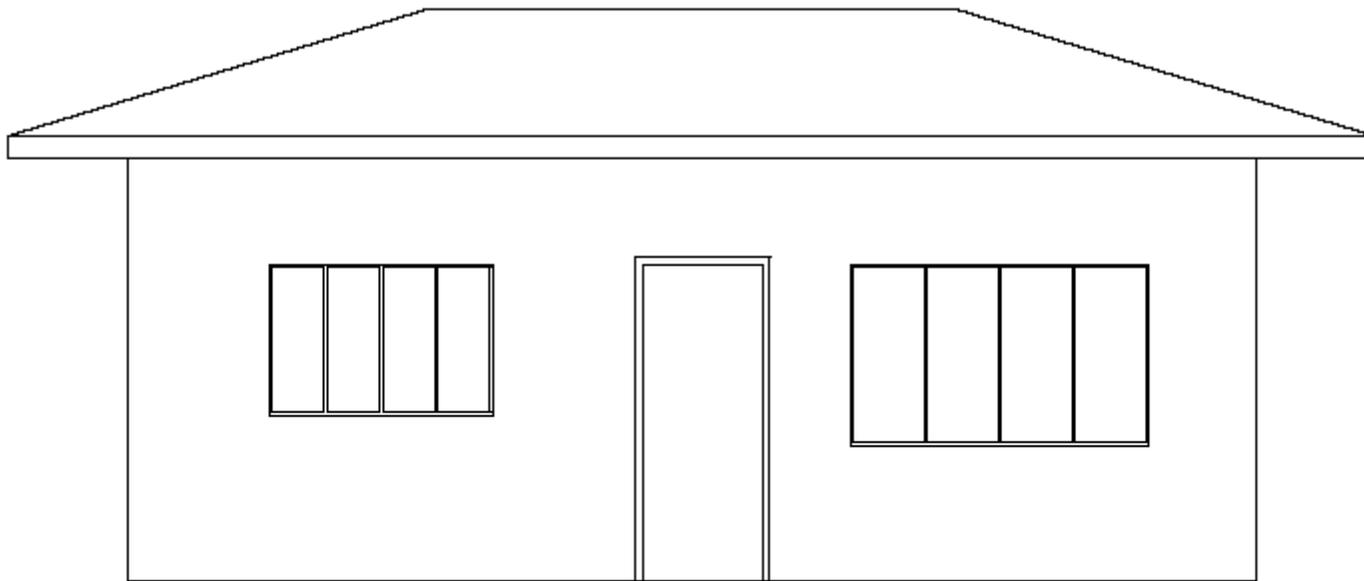


CORTE AA

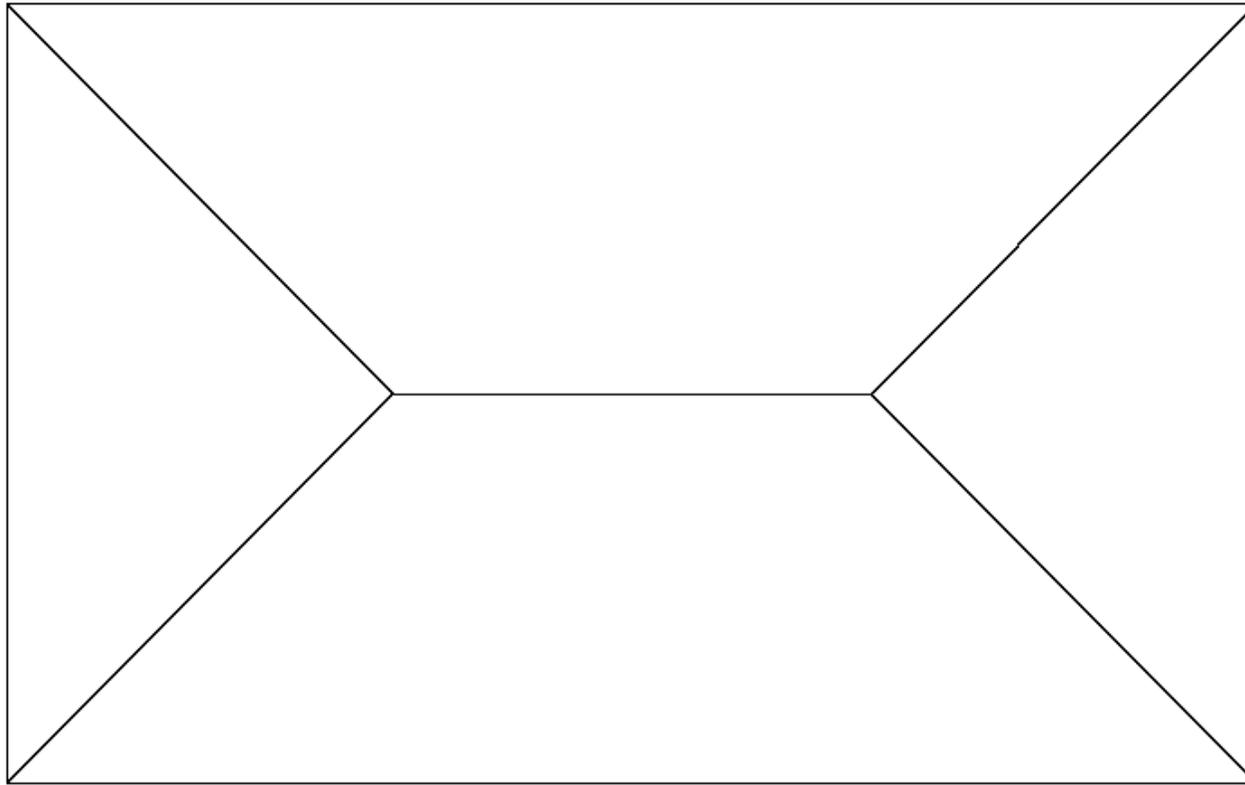
RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S2 - CORTE LONGITUDINAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S2 - CORTE TRANSVERSAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S2 - ELEVAÇÃO FRONTAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S2 - COBERTURA

Respostas de S3

1-)

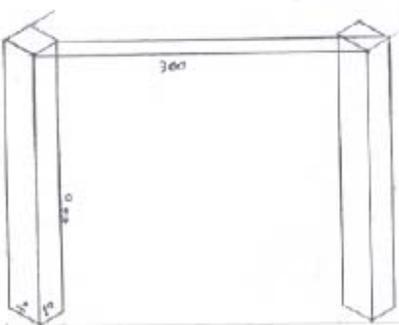


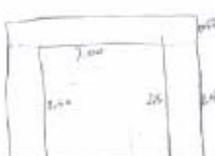


ESC: 1:50

$33 \text{ tijolos por } m^2 \times 20m^2 = 660 \text{ tijolos}$

2-)





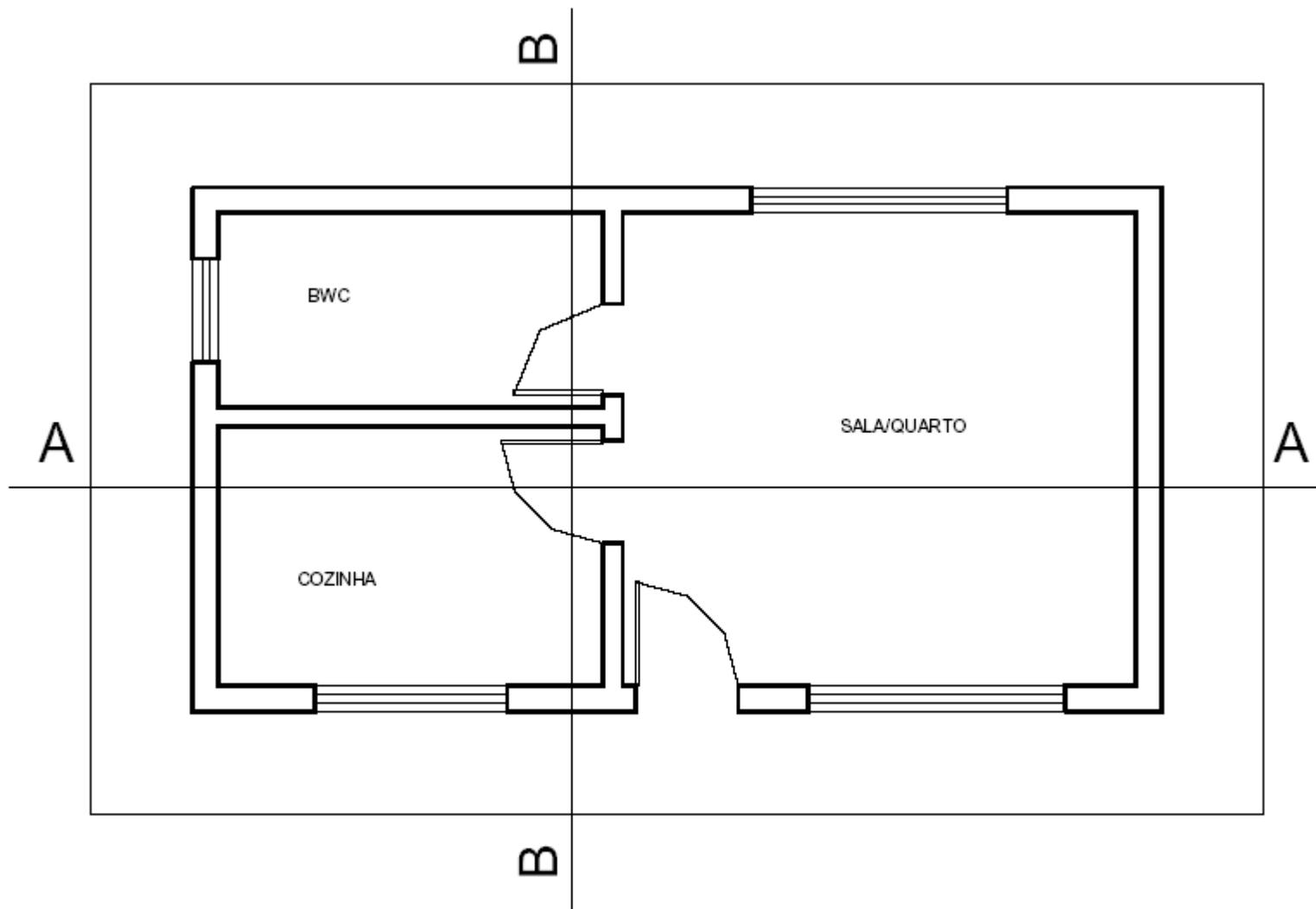
$0.50 \times 0.20 \times 0.30 = 0.15m^3$
 $0.15m^3 \times 2 = 0.30m^3$

 $3.60 \times 0.20 \times 0.50 = 0.36m^3$

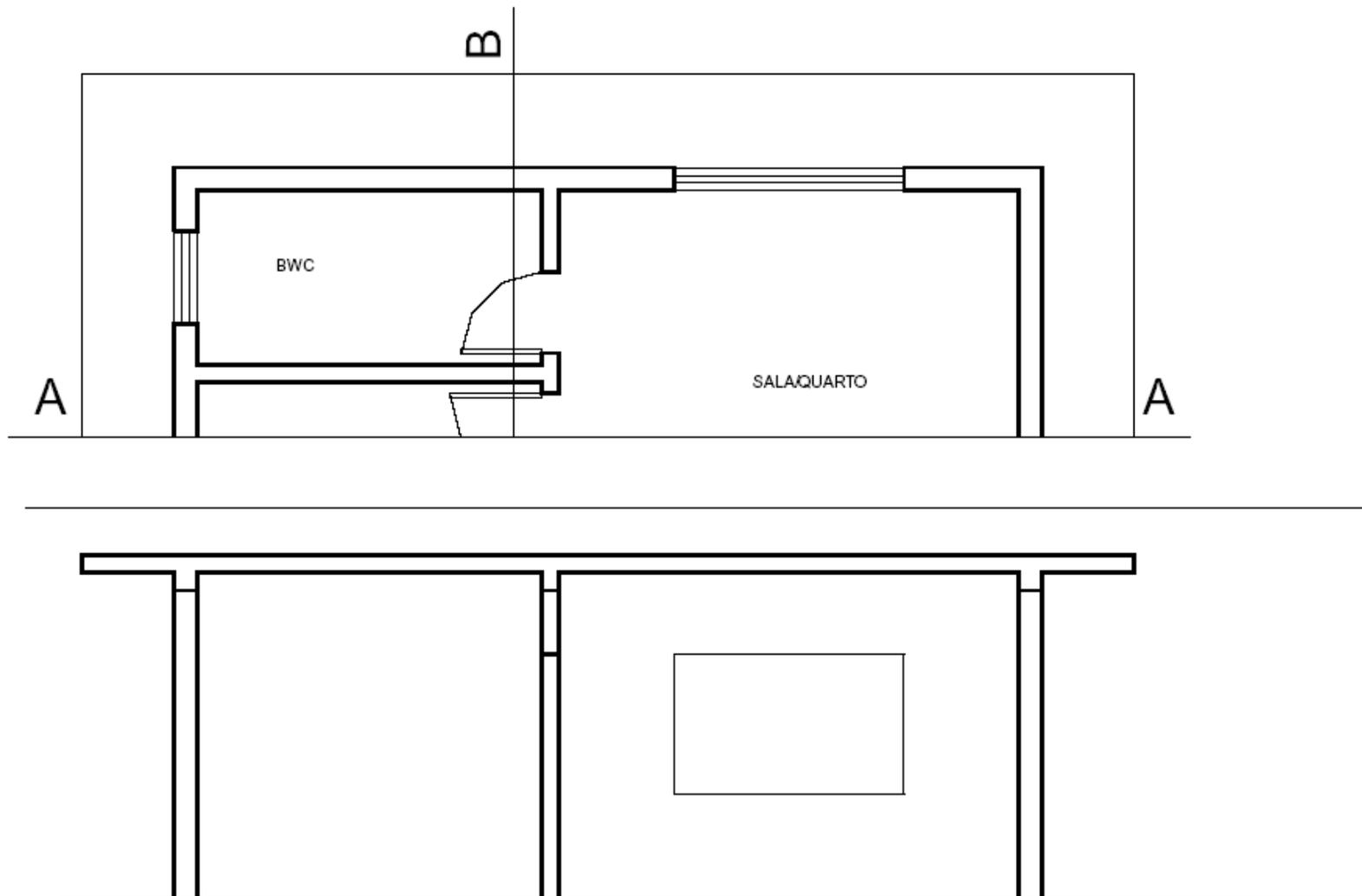
VOLUME COBERTA 0.66m³

3.0 x 0.20 x 0.50	= 0.30
2.0 x 4 x 0.30	= 1.00
2.0 x 2 x 0.20 x 1.00	= 0.80
3.0 x 1.0 x 0.20	= 0.60
1.60 x 0.50	= 0.80
	9.40

ÁREA DE FORMAS EM M² = 9.40m²



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S3 - PLANTA BAIXA

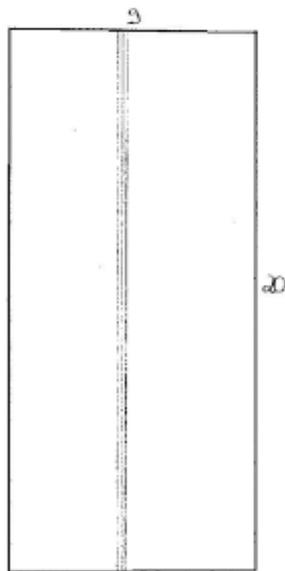
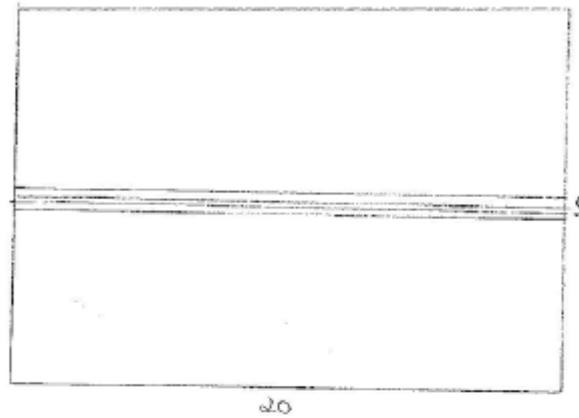
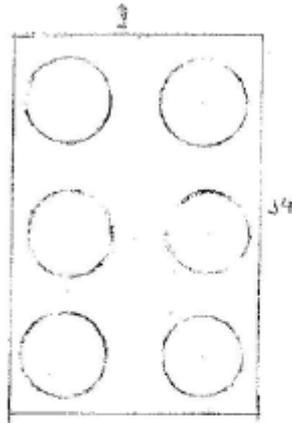


RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S3 - CORTE LONGITUDINAL

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S3 - COBERTURA

Respostas de S4

① TISOLO 6 FIBROS (2x14x20)

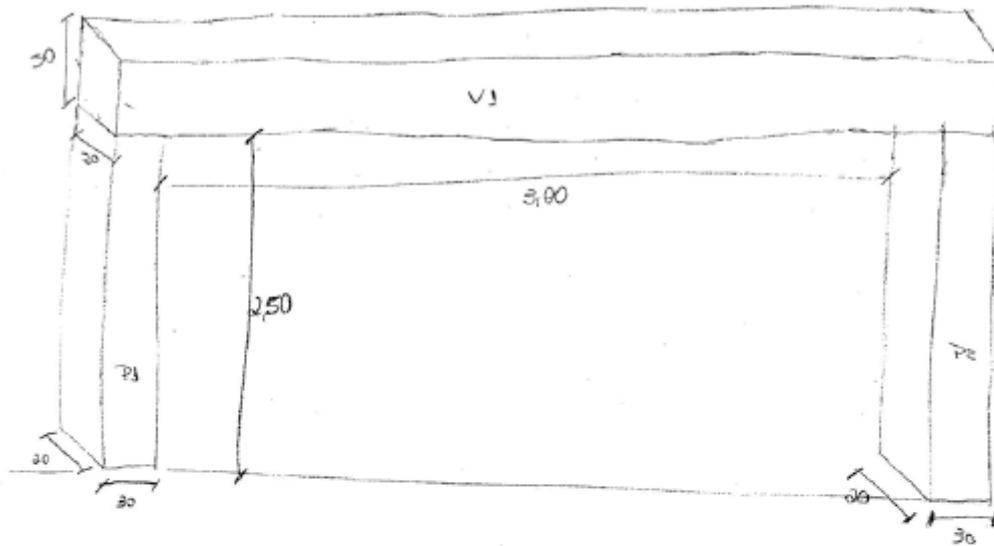


$$A = 20 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{TISOLO}} = 0,09 \times 0,20 = 0,018 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{USC. TISOLO}} = 1.111,11 \text{ UNID.}$$

2



Volume de concreto m^3

$$P_1 (0,20 \times 0,30 \times 2,50) = 0,15 m^3$$

$$P_2 (0,20 \times 0,30 \times 2,50) = 0,15 m^3$$

$$V_1 (0,20 \times 0,50 \times 3,60) = 0,36 m^3$$

$$\underline{0,66 m^3}$$

Área de formas m^2

$$P_1 (0,30 \times 2,50 \times 2) + (0,20 \times 2,50 \times 2) = 2,5 m^2$$

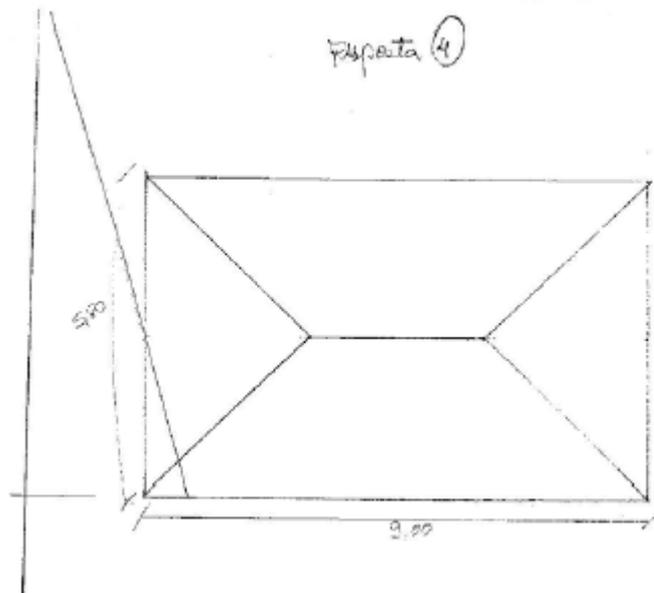
$$P_2 (0,30 \times 2,50 \times 2) + (0,20 \times 2,50 \times 2) = 2,5 m^2$$

$$V_1 (3,60 \times 0,50 \times 2) + (3,00 \times 0,20) + (3,60 \times 0,20) + (0,20 \times 0,50 \times 2) =$$

$$V_1 = 3,6 + 0,60 + 0,72 + 0,20$$

$$V_1 = 5,12 m^2$$

$$\text{Total} = 10,12 m^2$$



$$A = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = 5,80 \times 3,15 \div 2 = 9,135 \text{ m}^2$$

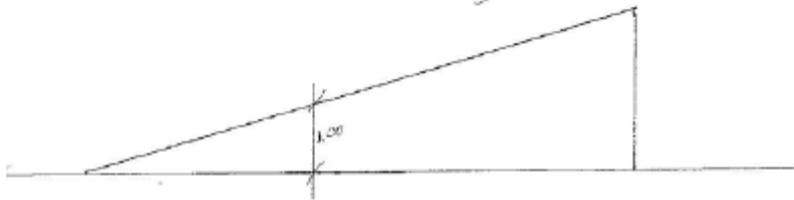
$$A = 6,6 = 26,40 \text{ m}^2$$

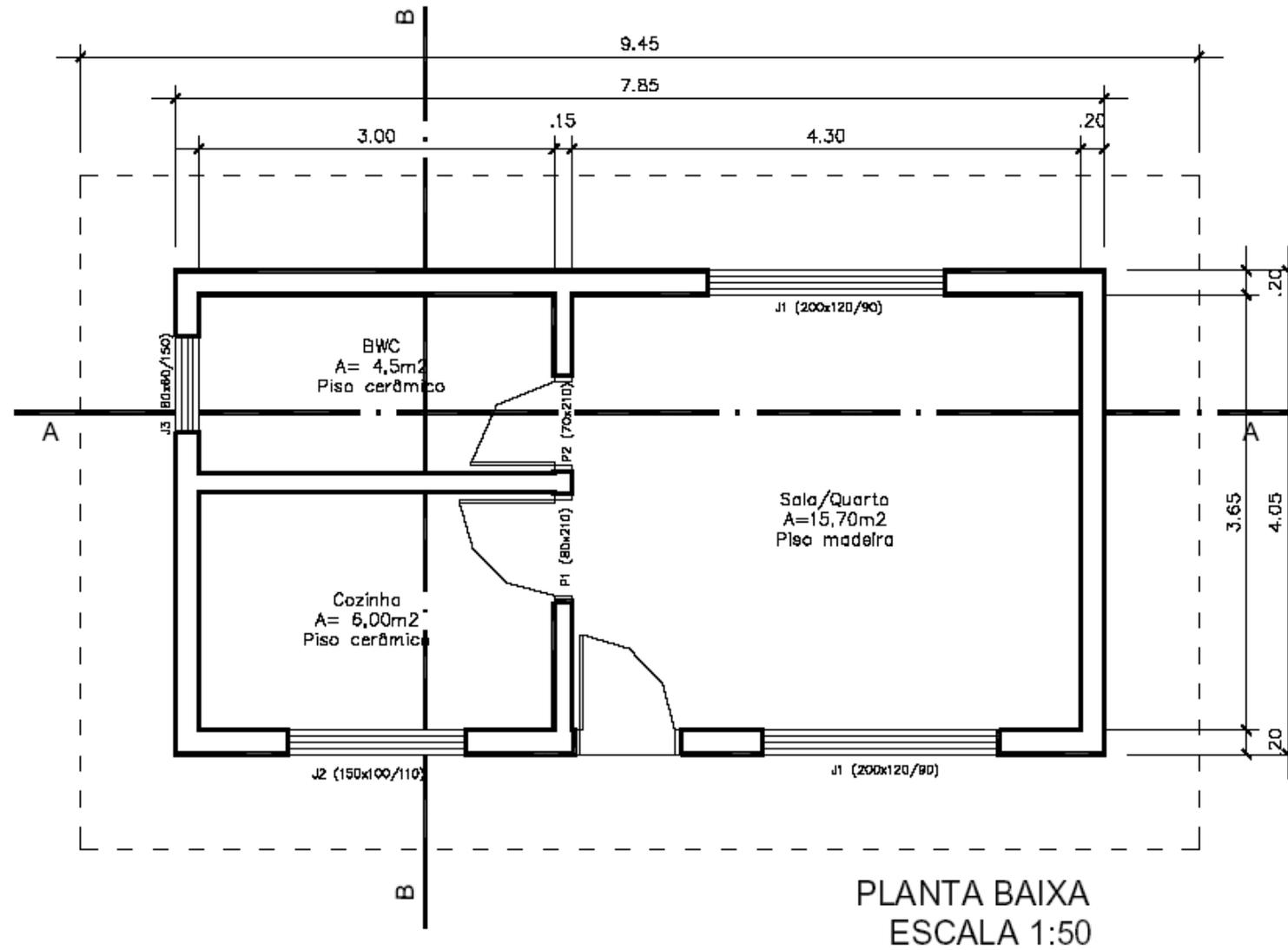
$$A = 3,30 \times 2,20 = 7,26 \text{ m}^2 \times 2 = 14,52 \text{ m}^2$$

$$\text{TELHA} = 0,22 \times 0,40 = 0,088 \text{ m}^2$$

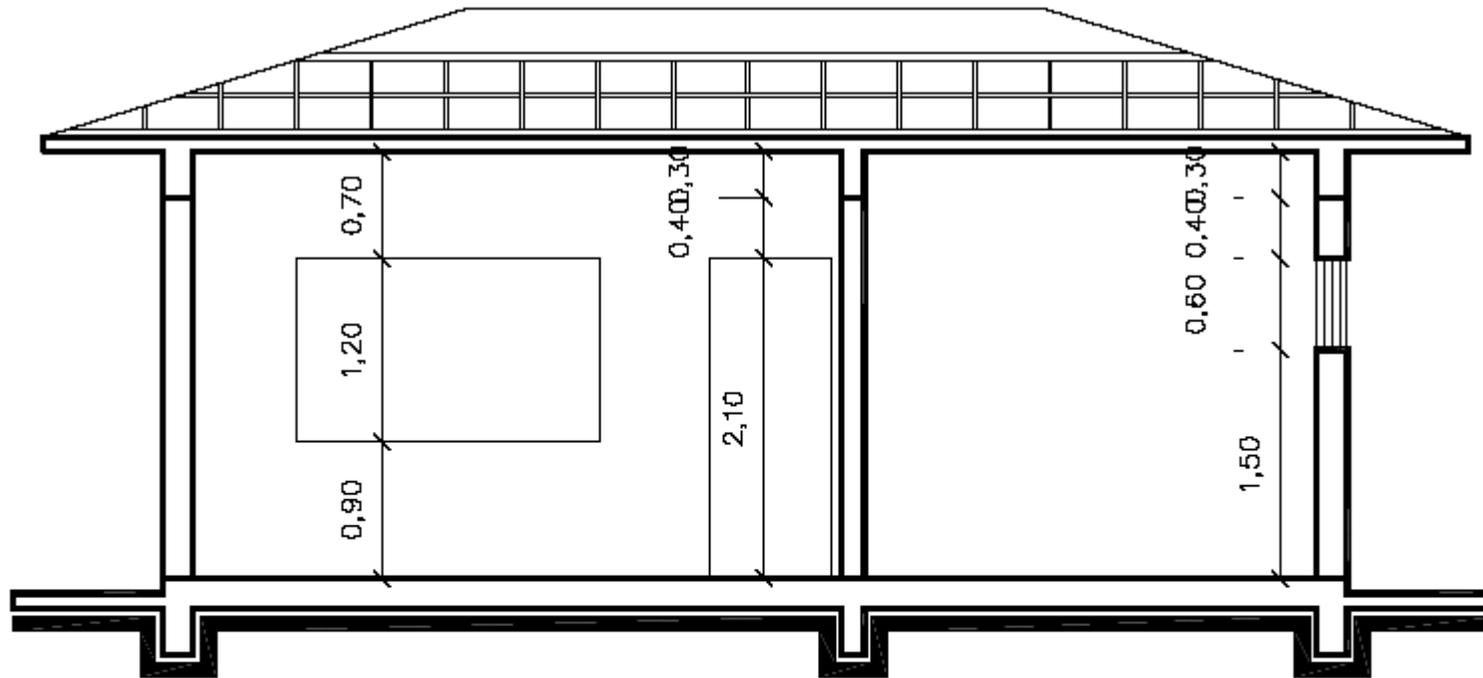
$$\text{TELHADOS} = 59,19 \text{ m}^2$$

TOTAL = 643 UNIDADES TELHA.



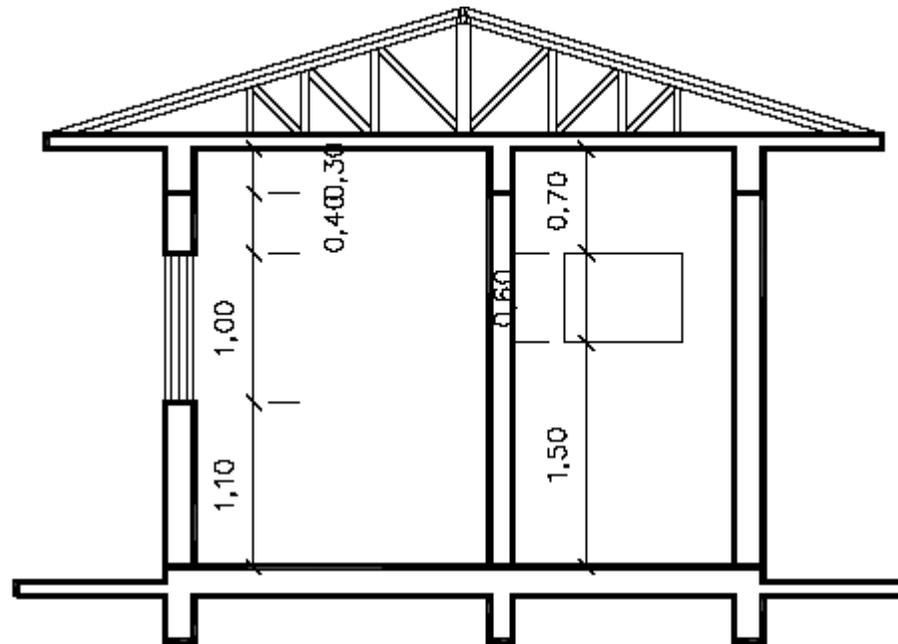


RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S4 - PLANTA BAIXA



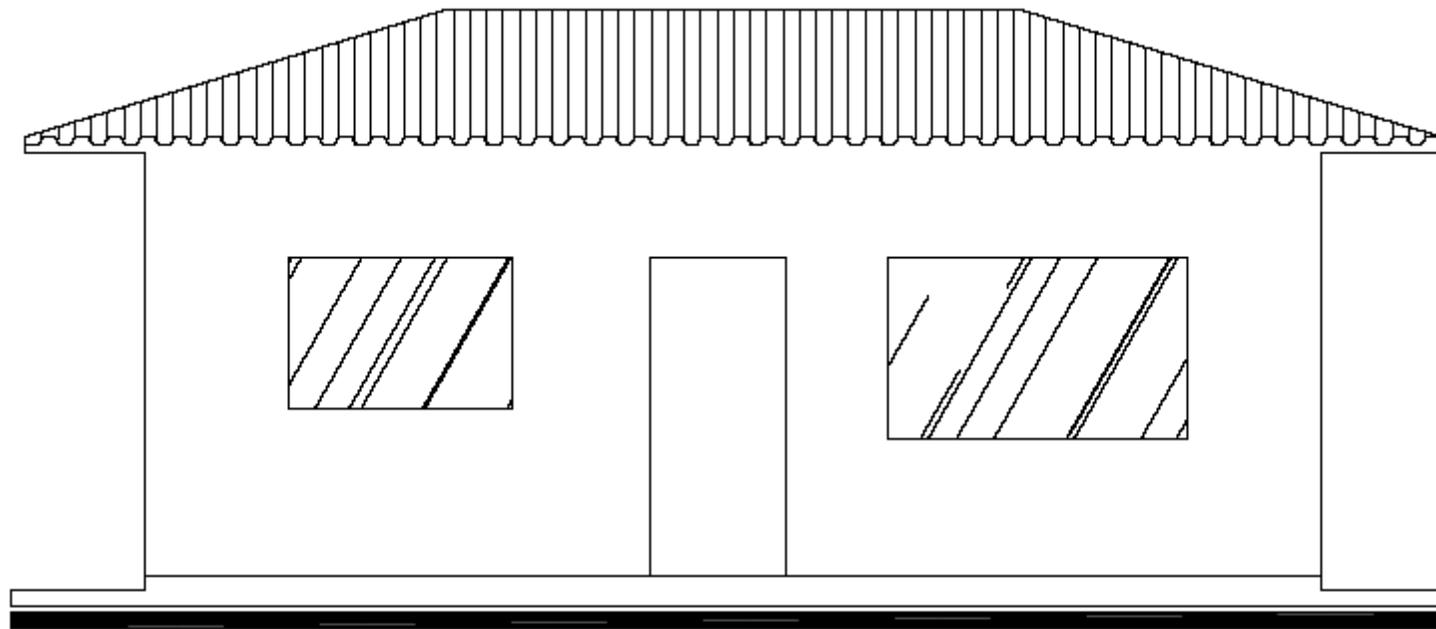
CORTE A-A
ESCALA 1:50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S4 - CORTE LONGITUDINAL



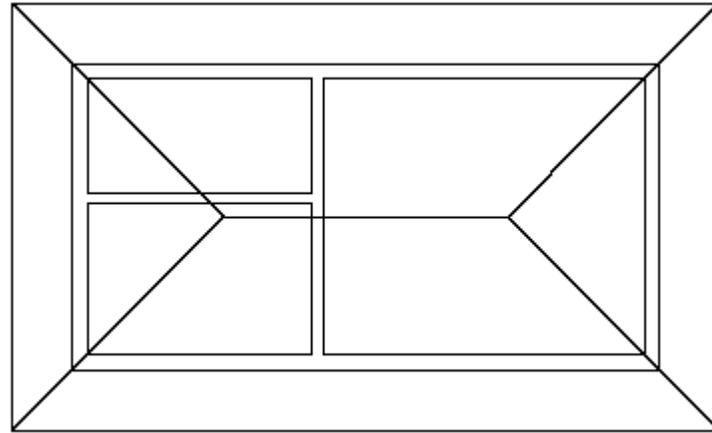
CORTE B-B
ESCALA 1:50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S4 - CORTE TRANSVERSAL



ELEVAÇÃO FRONTAL
ESCALA 1:50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S4 - ELEVAÇÃO FRONTAL

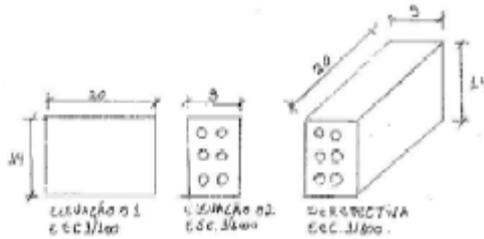


PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1:200

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S4 - COBERTURA

Respostas de S5

①

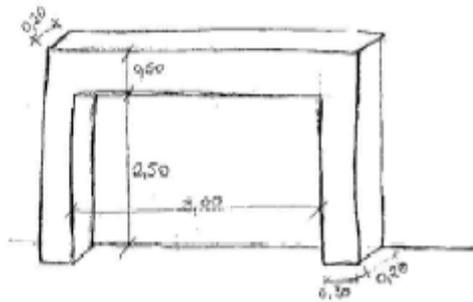


$$\begin{aligned} \text{Área do Teto} &= 20 \times 14 = 280 \text{ m}^2 \\ A &= 280 \times 15 \\ A &= 353 \text{ cm}^2 \\ A &= 0,032 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{Largura} = \\ \frac{20,00}{0,25} = \\ 625 \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} \text{Área do Muro} &= 20,00 \times 2,00 \\ A &= 20,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Área total de muros e teto de 625 blocos.

②



$$\begin{aligned} \text{Concreto} \\ \text{Viga} &= 3,60 \times 0,20 \times 0,50 = \\ \text{Pilares} &= 2,50 \times 0,20 \times 0,30 \times 2 = \\ \text{Viga} &= 0,36 \text{ m}^3 \\ \text{Pilares} &= 0,30 \text{ m}^3 \\ \text{Total} &= 0,66 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Concreto

$$\text{Viga} = 3,60 \times 0,20 \times 0,50 = 0,36 \text{ m}^3$$

$$\text{Pilares} = 2,50 \times 0,20 \times 0,30 \times 2 = 0,30 \text{ m}^3$$

$$\boxed{\text{Total} = 0,66 \text{ m}^3}$$

Fôrmas:

$$\text{Viga} = 3,60 \times 2,50 \times 2 + 0,20 \times 2,00 = 9,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Pilares} = 2,50 \times 0,20 + 0,30 \times 2,50 \times 2 + 0,20 \times 3 = 2,60 \times 2 = 5,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 9,40 \text{ m}^2$$

③

Triângulos

$$A = \left(\frac{D \cdot h}{2} \right) \times 2$$

$$A = \left(\frac{5,65 \cdot 2,96}{2} \right) \times 2 =$$

$$A = 16,73 \text{ m}^2$$

Trapezios

$$A = \left(\frac{a+b}{2} \right) \cdot h \cdot 2$$

$$A = \left(\frac{8,15 + 3,50}{2} \times 3 \right) \cdot 2 =$$

$$A = 37,35 \text{ m}^2$$

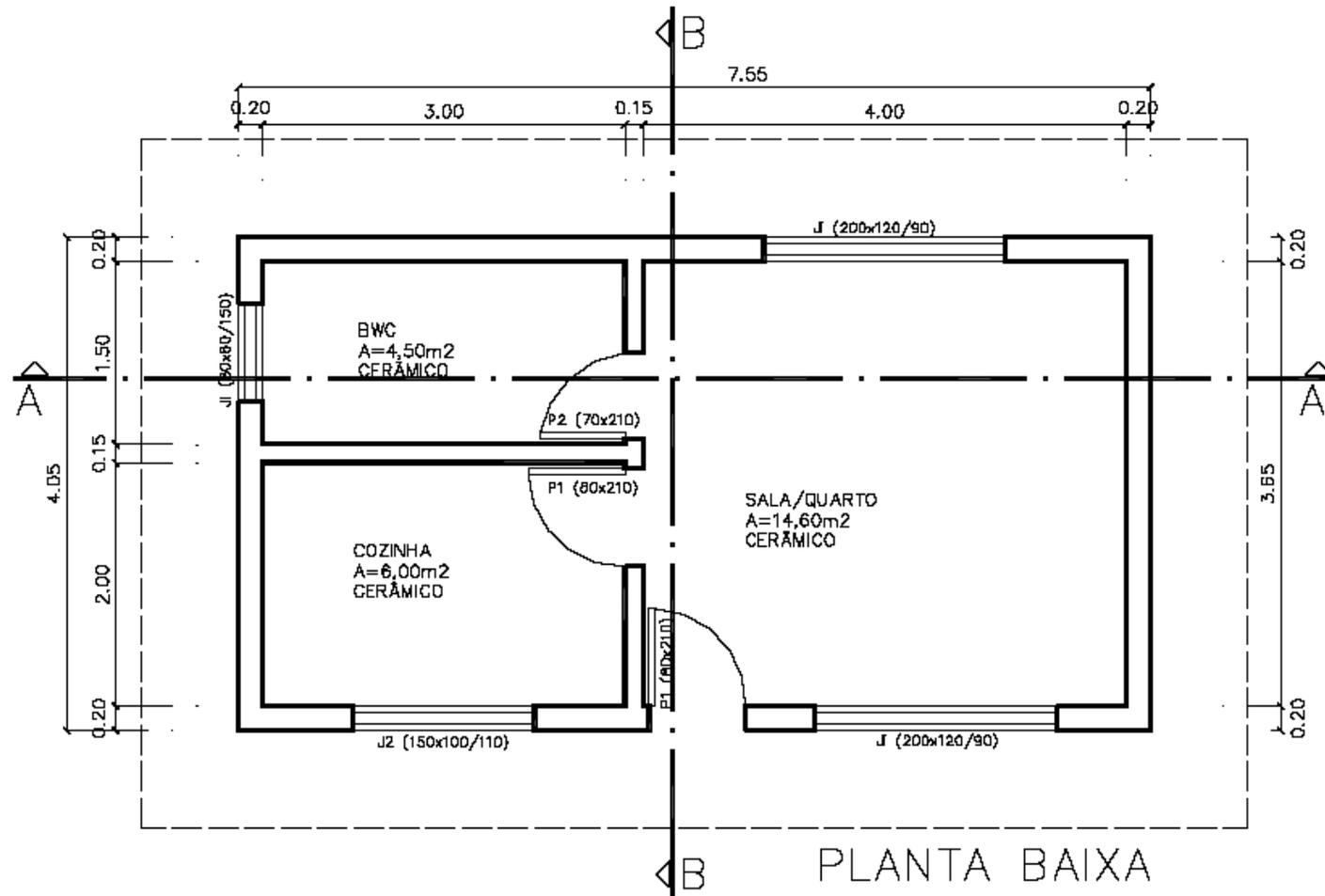
$$\text{Total} = 54,68 \text{ m}^2$$

$$\text{ÁREA DA TELHA} = 0,22 \times 0,40$$

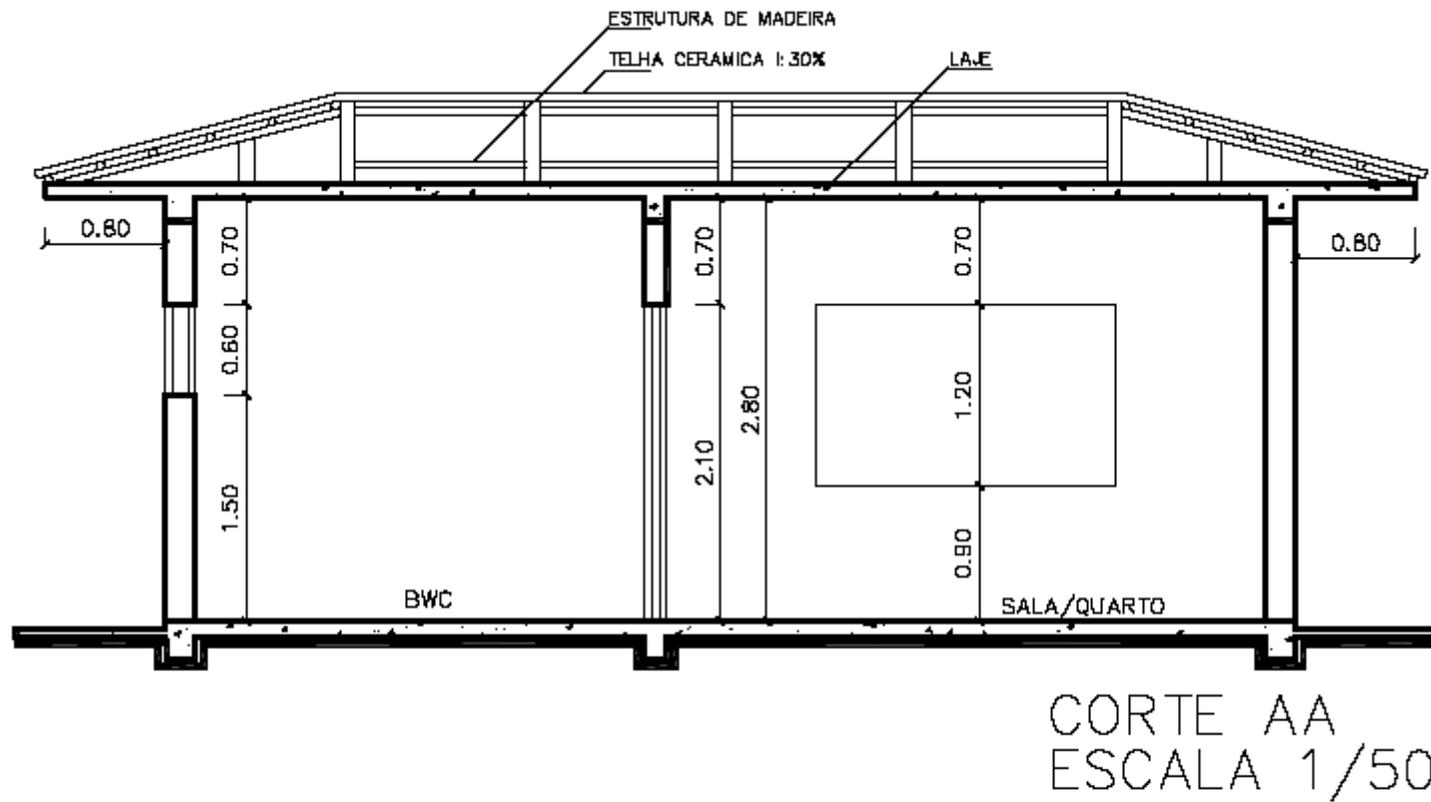
$$A = 0,088 \text{ m}^2$$

$$\text{n}^\circ \text{ telhas} = \frac{54,68 \text{ m}^2}{0,088 \text{ m}^2} = 622$$

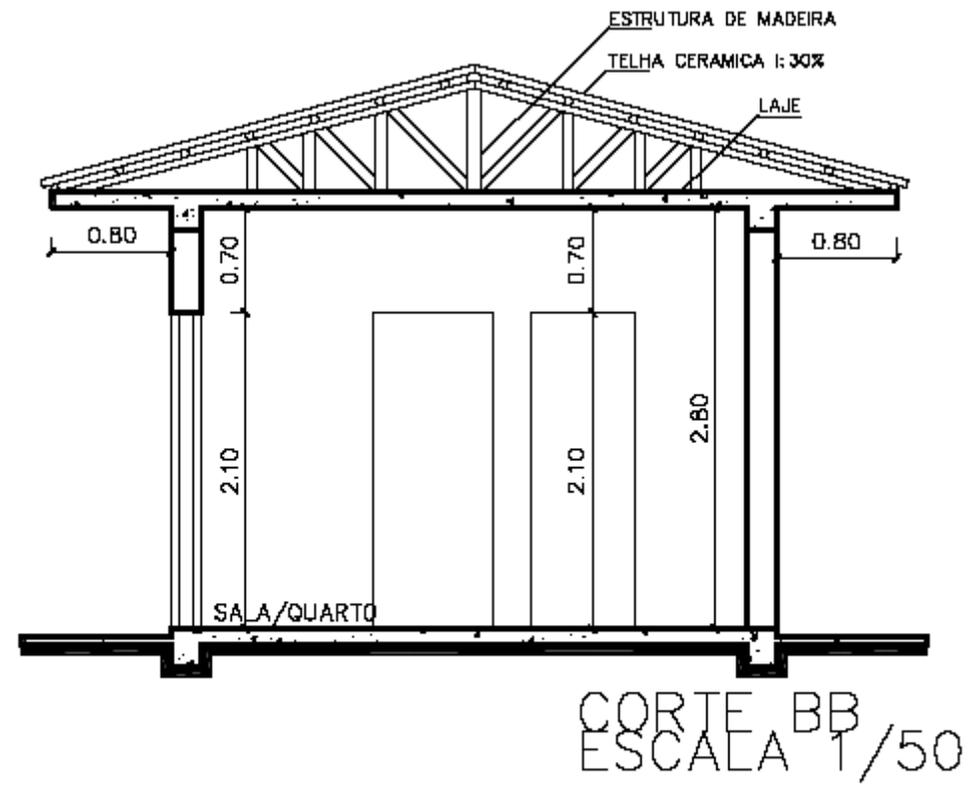
$$\boxed{\text{n}^\circ \text{ telhas} = 622}$$



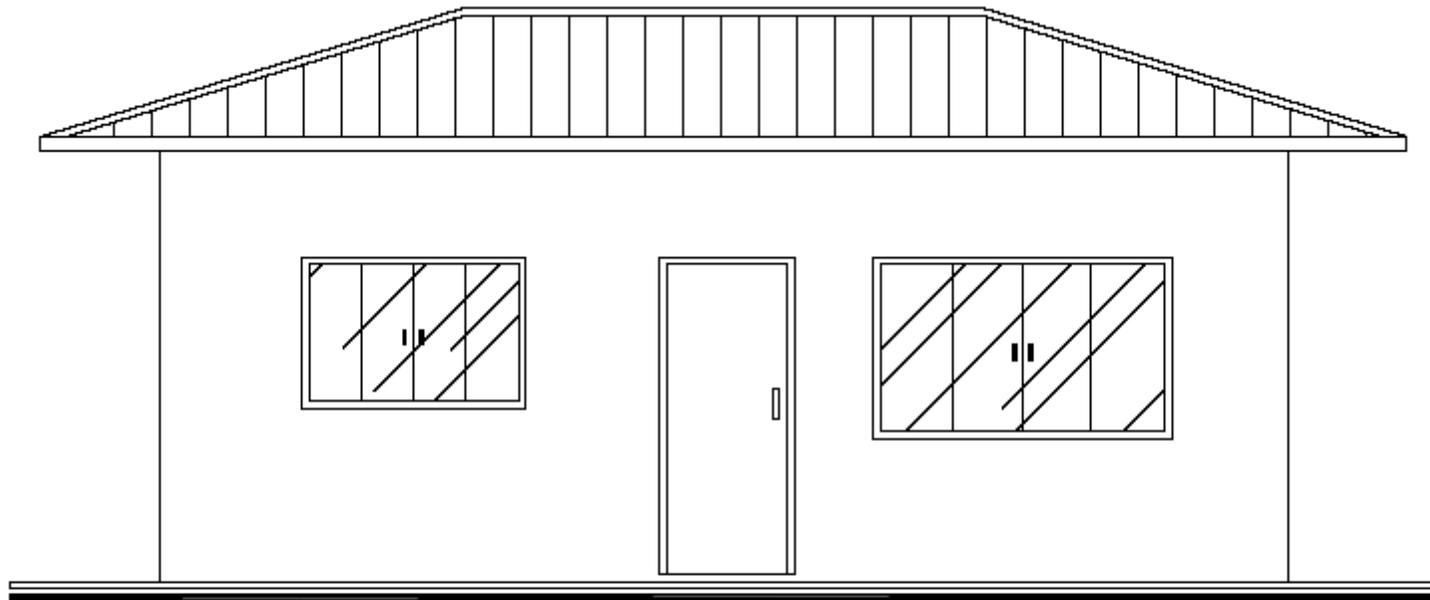
RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S5 - PLANTA BAIXA



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S5 - CORTE LONGITUDINAL

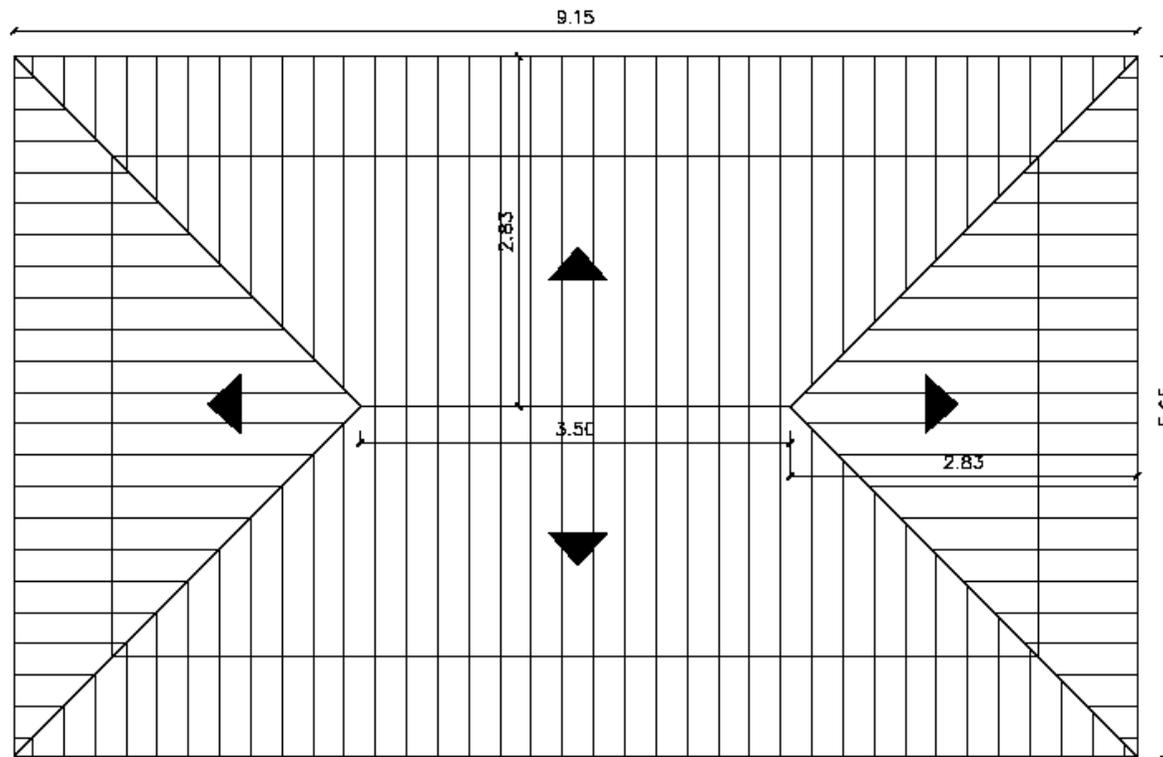
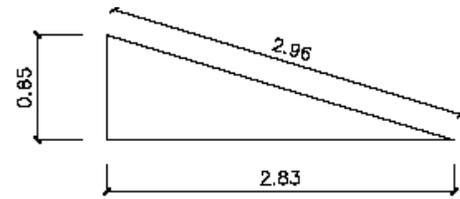


RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S5 - CORTE TRANSVERSAL



ELEVACAO PRINCIPAL
ESCALA 1/50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S5 - ELEVAÇÃO FRONTAL

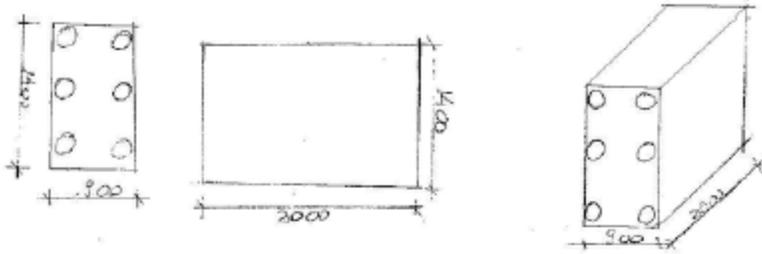


PLANTA DE COBERTURA
 ESCALA 1/50

RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S5 - COBERTURA

Respostas do S6

01



Considerando 1cm de argamassa

$$15 \times 21$$

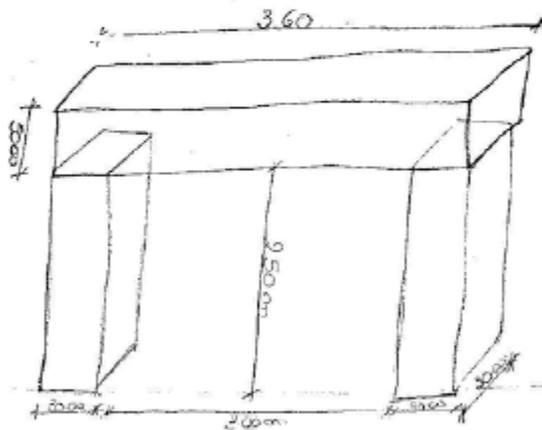
$$220 \text{ de } 20 \text{ cm} = 20 \text{ cm}^2$$

$$S.D. = 0,0315 \cdot 634,92$$

$$\underline{635,47 \text{ kg}}$$



02



Perímetro das faces

$$20 + 20 + 30 + 30 = 100$$

Soma do períim. x altura dos pilares

$$100 \times 2,50 = 250$$

$$2,50 \times \text{qt. de pilares}$$

Área dos pilares

$$2,50 \times 2 = 5,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Área viga} = 4,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Fundos} = 3 \times 0,20 = 0,60$$

$$\text{Tacos} = 3,60 + 3,60 + 0,20 + 0,20 \times 0,50 = 8,80$$

$$\text{Volume de concreto do viga} = 0,20 \times 0,50 \times 3,60 = 0,36 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume de concreto do pilar} = 0,20 \times 0,30 \times 2,50 \times 2 = 0,30 \text{ m}^3$$

04

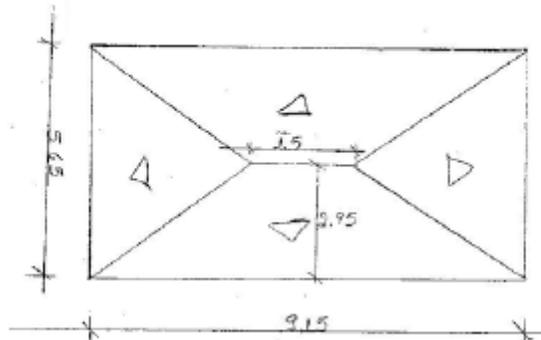
$$\frac{3+b}{2} \cdot d = \frac{2,15+1,5}{2} \cdot 2,35 = 15,42 \times 2 = 31,56$$

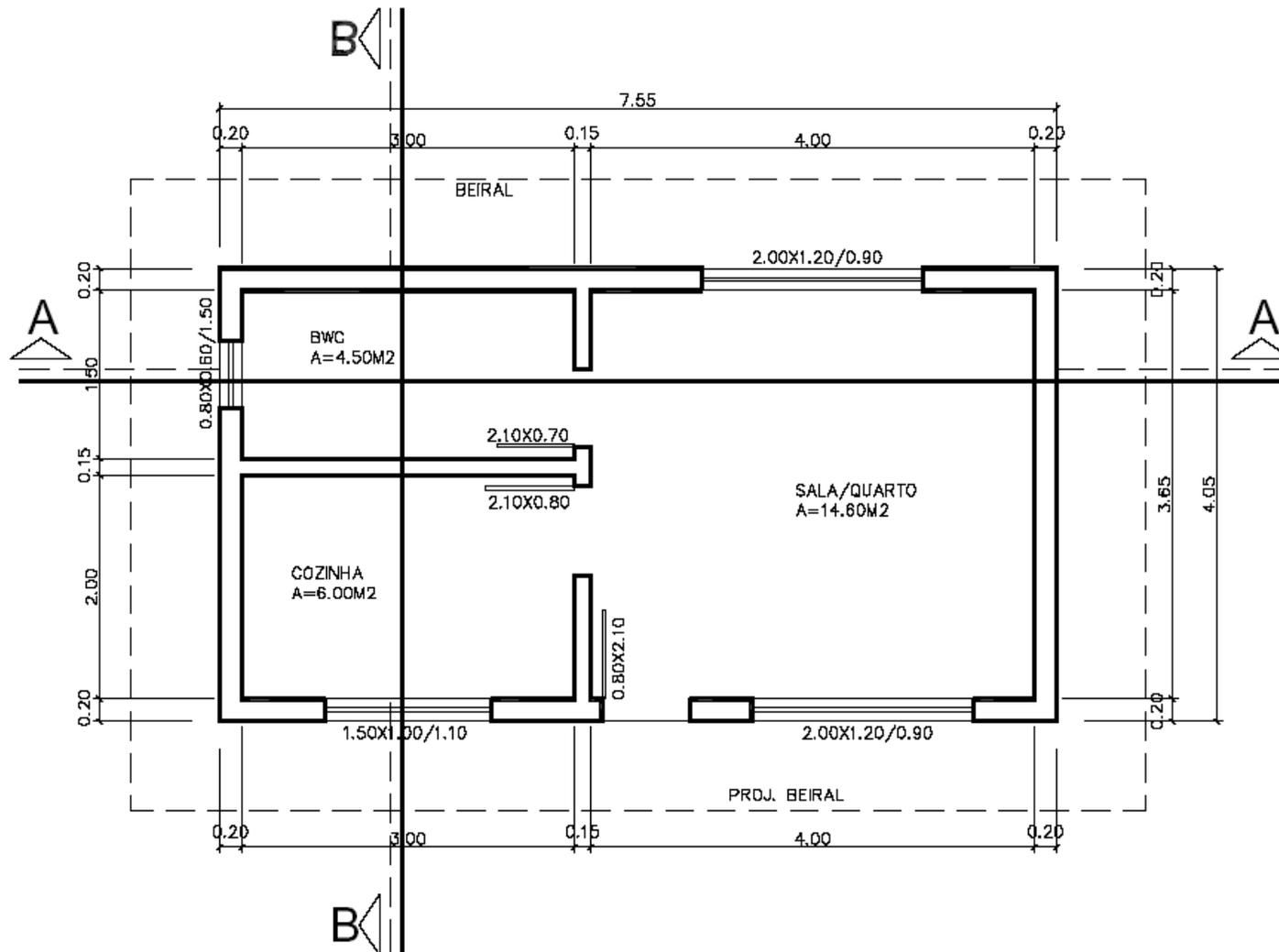
$$5,65 \times 2,95 = 16,64 \times 2 = 33,34$$

$$33,34 + 31,56 = 64,9 \div \text{área do furo}$$

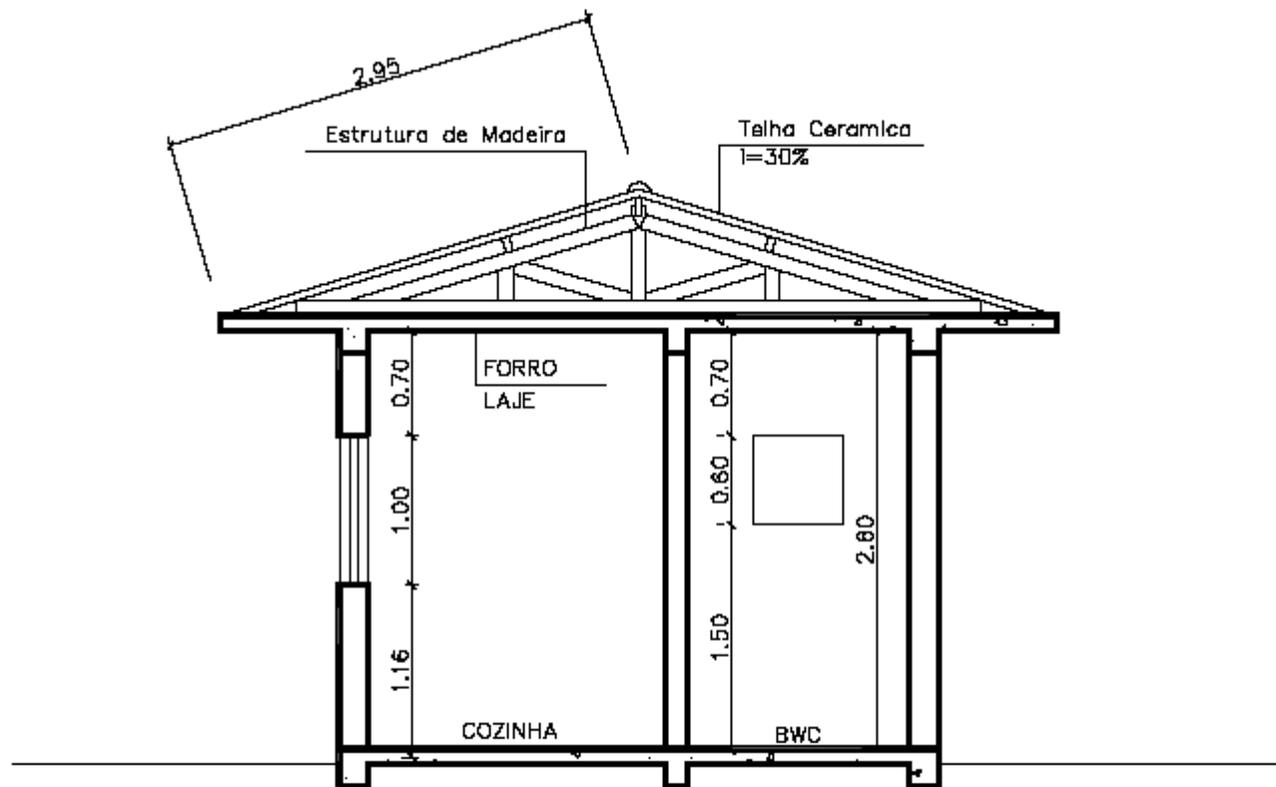
$$64,9 \div 0,088 = 737,5$$

738 furos

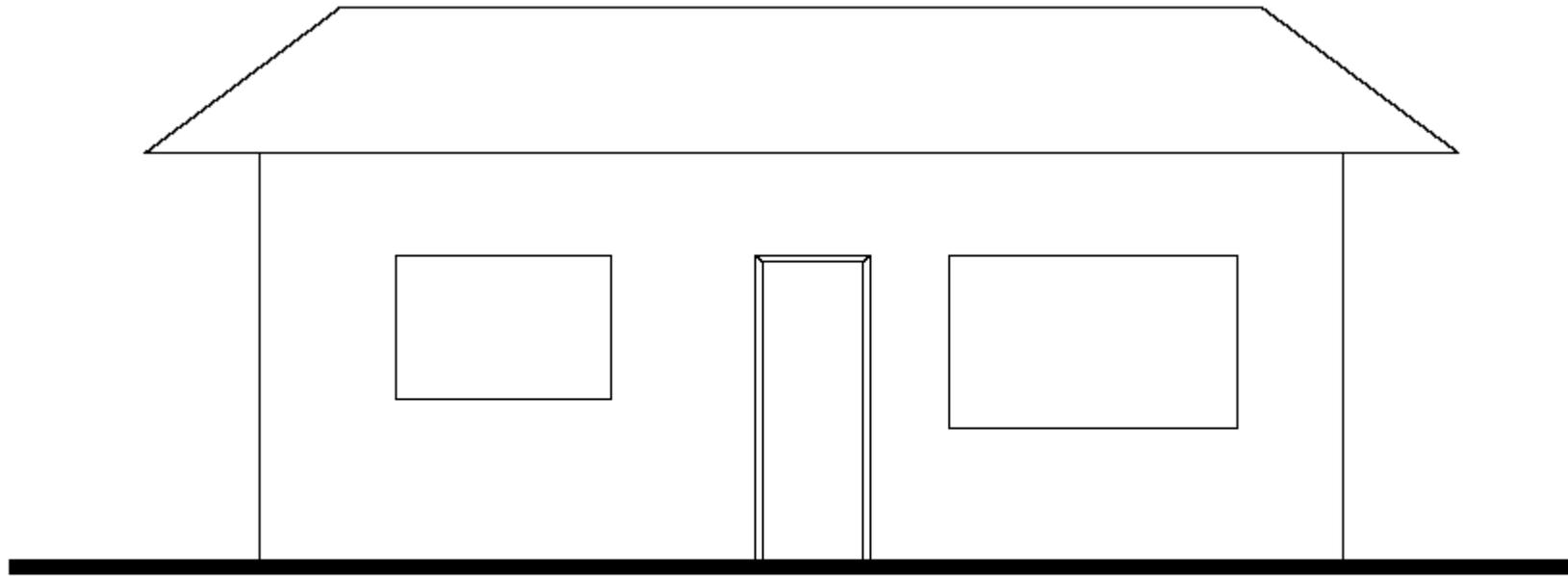




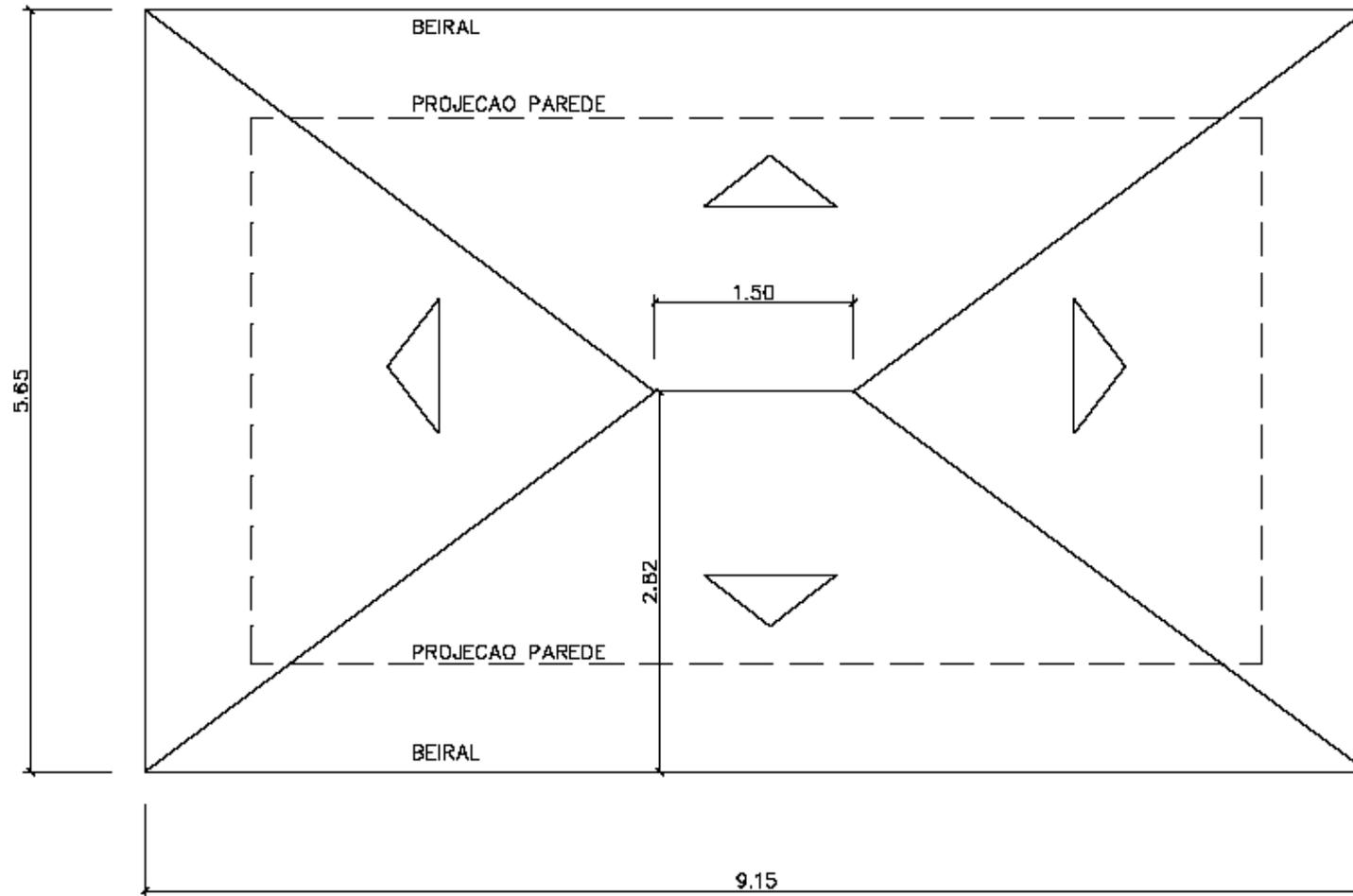
RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S6 - PLANTA BAIXA



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S6 - CORTE TRANSVERSAL

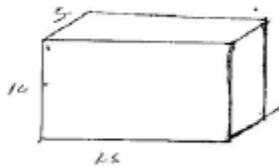
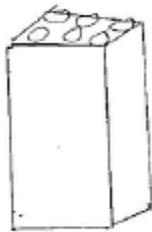
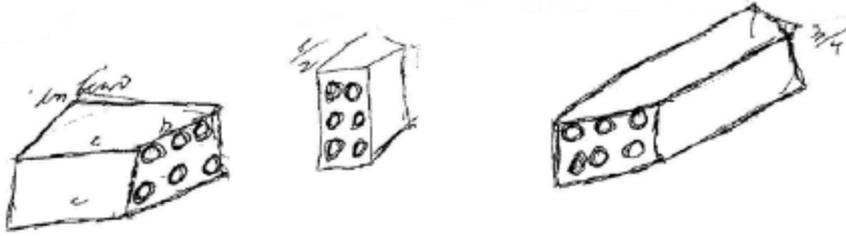


RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S6 - ELEVAÇÃO FRONTAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S6 - COBERTURA

Respostas do S7



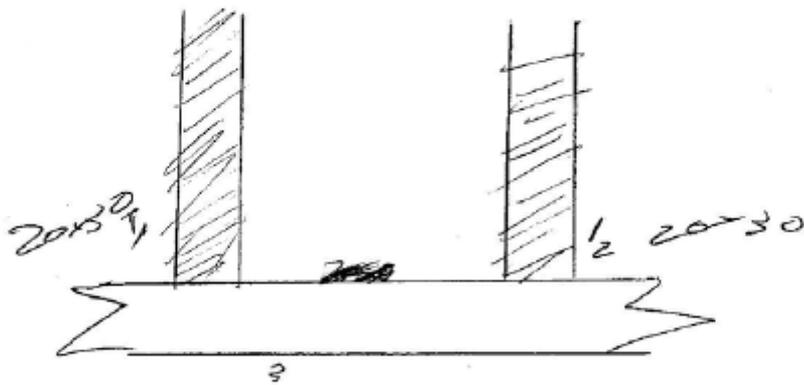
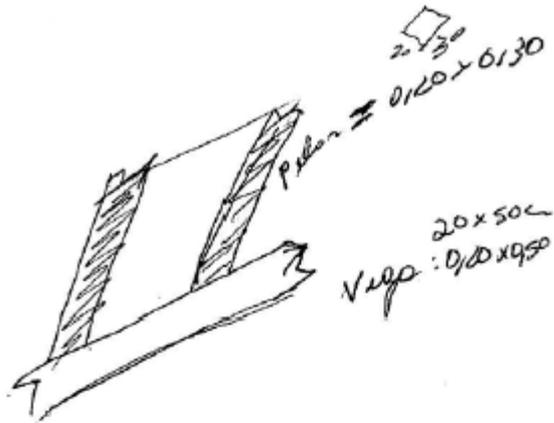
33 Tijolos

660 Tijolos

20-



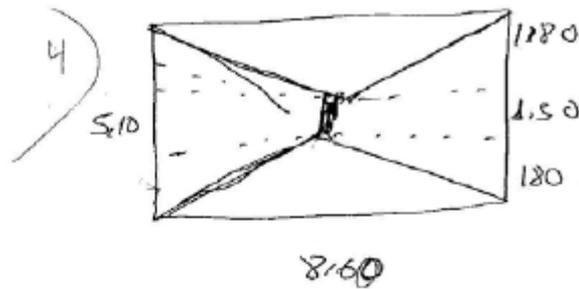
2)



$$V_{CP} = 0,20 \times 0,30 \times 3,00 \times 2 = 0,36 \text{ m}^3$$

$$V_{CF} = 0,20 \times 0,30 \times 2,50 = 0,15 \text{ m}^3$$

0,51 m³ concreto



$$h = \frac{30 \times 0,5 \times 8,60}{100} = 1,29$$

$$I_2 = \sqrt{1,80^2 + 1,29^2} = 2,22$$

$$I_1 = \sqrt{3,30^2 + 1,29^2} = 3,54$$

$$A_1 = \frac{5,10 \times 11,80}{2} \times 3,54 = 16,24 \times 2 = 32,48 \text{ m}^2$$

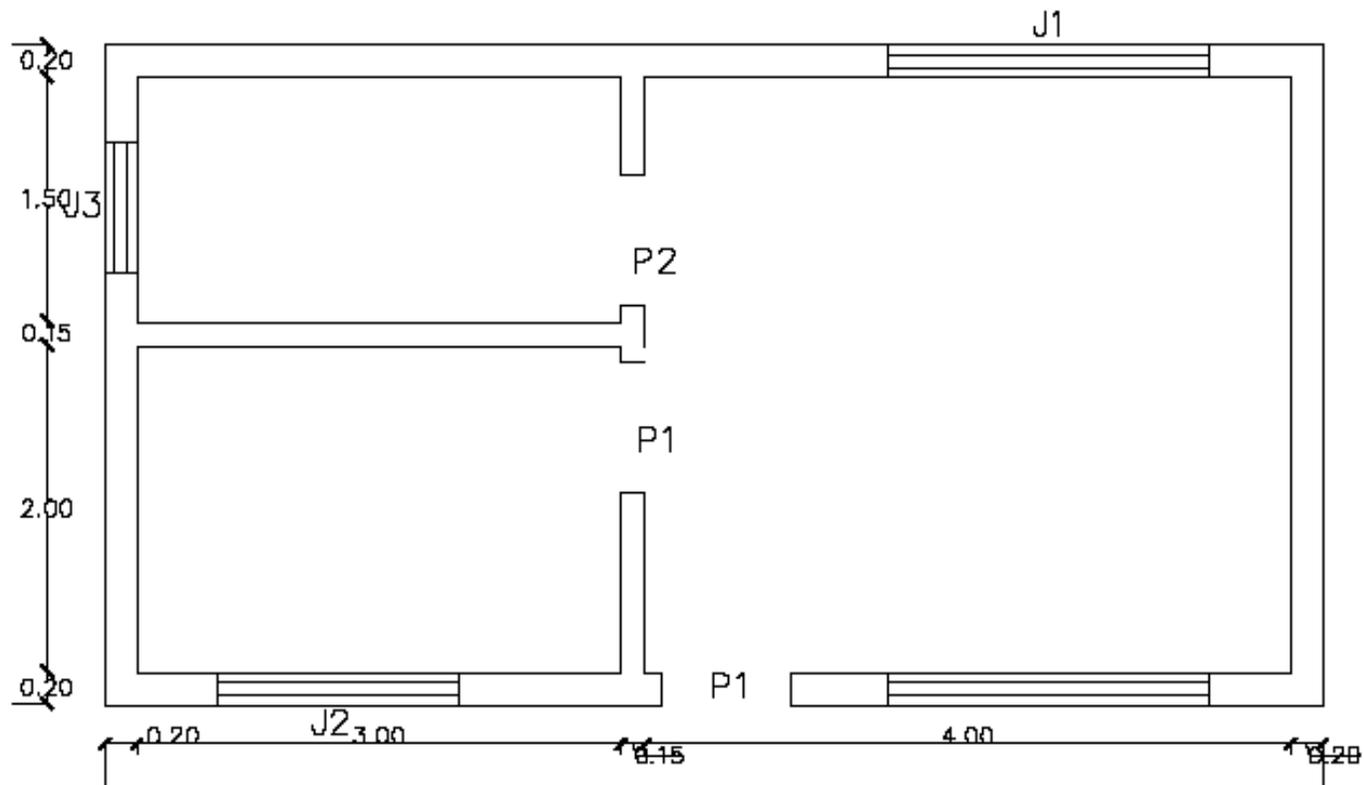
$$A_0 = 0$$

$$A_2 = \frac{8,60 \times 2,20}{2} \times 2 = 18,92 \times 2 = 37,84$$

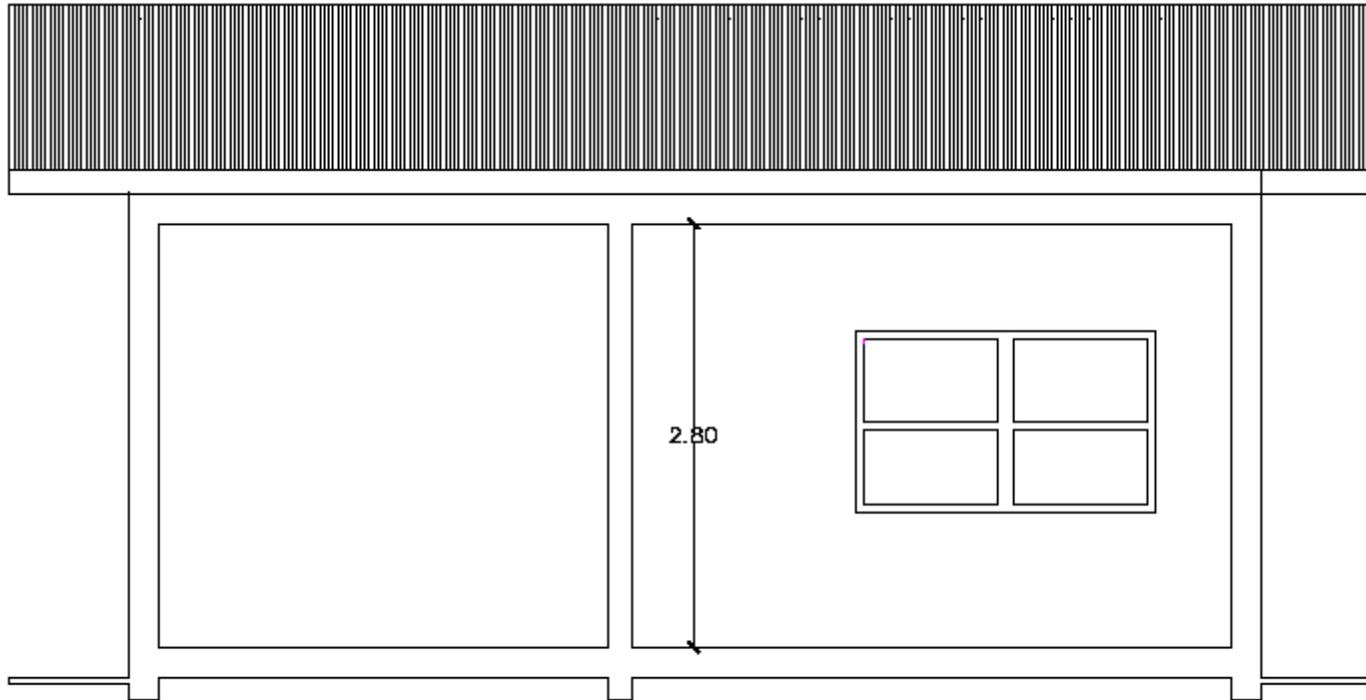
$$\text{Area Total} = 70,32 \text{ m}^2$$

$$\text{n}^\circ \text{ Telhas} = 8$$

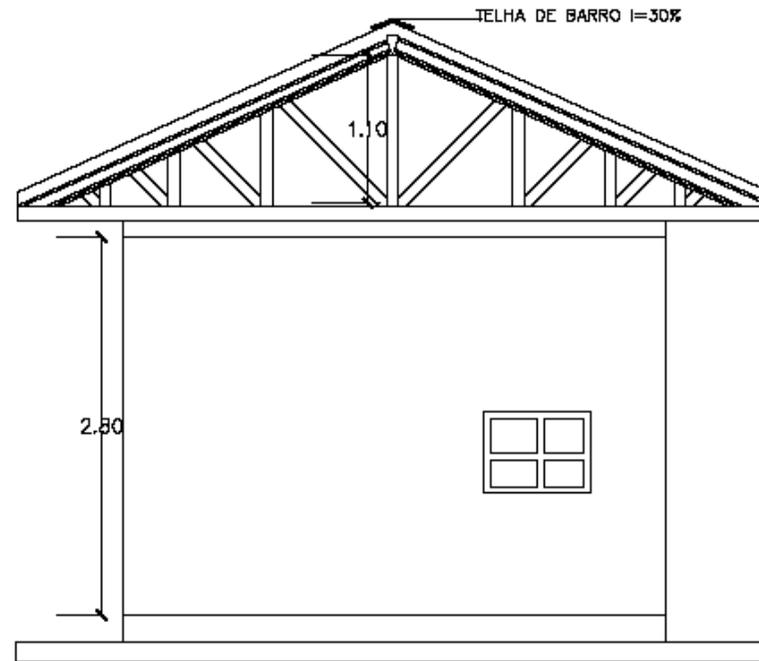
$$\text{n}^\circ \text{ } 8 \times 90,32 = 563 \text{ Telhas}$$



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S7 - PLANTA BAIXA



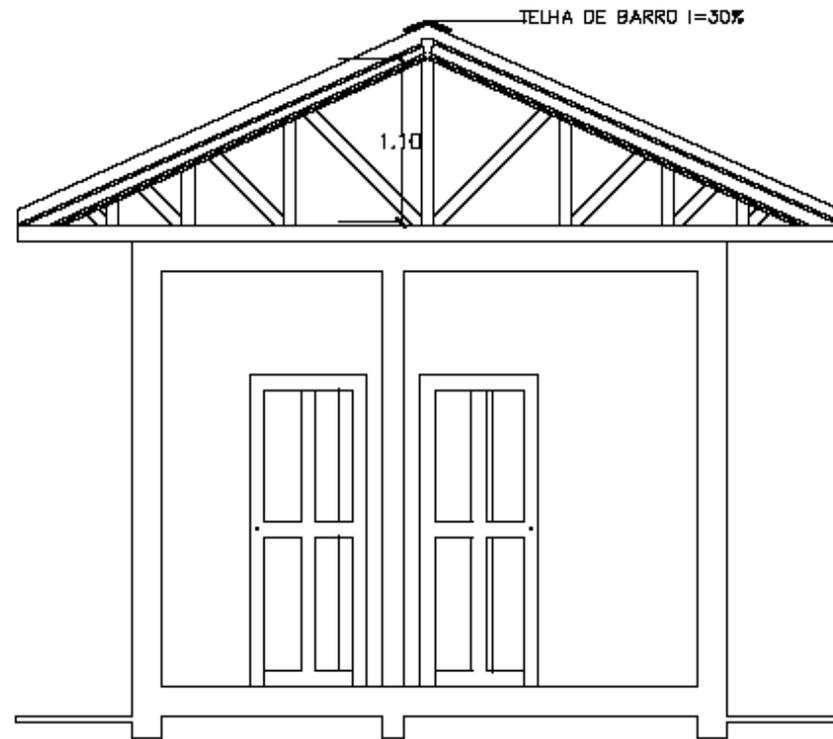
RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S7 - CORTE LONGITUDINAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S7 - CORTE TRANSVERSAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S7 - ELEVAÇÃO PRINCIPAL



RESPOSTA DA QUESTÃO 3 DE S7 - CORTE TRANSVERSAL