



UNILASALLE
CENTRO UNIVERSITÁRIO LA SALLE



MAICOM FREITAS MENEGOTTI

**A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS EM
SITUAÇÕES PRÁTICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

CANOAS, 2008

MAICOM FREITAS MENEGOTTI

**A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS EM
SITUAÇÕES PRÁTICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Matemática pelo Centro Universitário La Salle - Unilasalle, sob orientação da Prof^a. Ms. Vera Lucia da Silva Halmenschlanger.

CANOAS 2008.

TERMO DE APROVAÇÃO

MAICOM FREITAS MENEGOTTI

A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS EM SITUAÇÕES PRÁTICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de conclusão apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Matemática pelo Centro Universitário La Salle - Unilasalle, pela seguinte orientadora:

Prof^a. Ms. Vera Lucia da Silva Halmenschlager
Unilasalle

Canoas, 8 de julho de 2008.

AGRADECIMENTOS

Foram meses de árduo trabalho e pesquisa para desenvolver essa monografia, na qual contei com o apoio de várias pessoas para concluir meu objetivo. Então agora, agradeço a todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para eu finalizar esse trabalho. Sou grato:

***A Deus**, em primeiro lugar, por me dar força para resistir às vicissitudes da vida e inspiração para desenvolver esse trabalho intenso.*

***À professora e educadora Ms. Vera Lúcia da Silva Halmenschlanger**, que, através de seu profissionalismo e competência, orientou-me ao longo deste estudo, dando-me parâmetros para eu esclarecer conceitos referentes à minha metodologia e opiniões para melhor atingir meu escopo.*

***Aos meus pais**, que sempre me incentivaram e me motivaram de alguma forma, para que eu pudesse estar sempre disposto para desenvolver este trabalho.*

***Às minhas irmãs**, que são fiéis companheiras, auxiliando-me sempre no que necessitava e incentivando meu esforço.*

***Ao colega e amigo Rodrigo** que, através de sua experiência, forneceu-me informações importantes para a elaboração de minha monografia, bem como idéias que acabaram me motivando em minhas pesquisas de campo.*

***A todos os meus entrevistados**, que enriqueceram meu conhecimento com suas informações, possibilitando-me compreender as diferentes linguagens nos canteiros de obras.*

***Aos meus colegas de serviço**, que me possibilitavam ter flexibilidade nos horários para poder me dedicar à elaboração de meu trabalho.*

RESUMO

O presente trabalho se constitui em um estudo que aborda os diferentes usos da matemática em práticas diárias dos profissionais da construção civil. A parte empírica da pesquisa orientou-se a partir de técnicas com inspiração etnográfica, tais como diário de campo, observação participante e entrevistas. A análise da pesquisa foi elaborada tendo como suportes teóricos centrais as idéias presentes na Etnomatemática.

Palavras- chave: Matemática. Etnomatemática. Educação matemática.

ABSTRACT

This paper if constitutes in a study that approaches the different practical uses of the mathematics in daily of the professionals of the civil construction. The empirical part of the research is based upon techniques inspired by ethnographics, such as field diaries, participant observation and interviews. The analysis of the research takes theoretical support from the ideas present in Ethnomathematics.

Key words: Mathematics. Ethnomathematics. Mathematical education.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de material utilizado para se produzir o concreto empregado na fundação inicial da obra.....	25
Tabela 2 – Quantidade de cada bloco utilizado por metro quadrado construído.....	28
Tabela 3 – Argamassa utilizada para assentar uma parede.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	10
3 PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA CASA	21
3.1 Terreno	23
3.2 Planta	24
3.3 Fundação	25
3.4 Concreto	27
3.5 Parede	28
3.6 Telhado	30
4 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE	38

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho se constitui em uma descrição de uma pesquisa por mim realizada junto aos profissionais da construção civil. Nele procuro narrar, com detalhes, aspectos significativos da matemática e sua linguagem diante de práticas sociais que vêm de encontro às necessidades e interesses humanos.

Para dar início à pesquisa, realizei uma imersão em obras que tratavam do surgimento das formas de operar quantitativamente e de teorias que abordavam sobre a Educação Matemática. Dentre as perspectivas que discutem sobre a Educação Matemática identifiquei meu estudo com o campo de investigação da Etnomatemática. A Etnomatemática pode ser considerada uma abordagem recente já que, no Brasil teve sua origem nos anos 70, quando Ubiratan D'Ambrósio que deu início às teorizações sobre essa temática. A partir deste período, vários trabalhos com essa abordagem têm sido desenvolvidos.

Com efeito, as obras de autores que refletem sobre a Educação Matemática, me ofereceram sustentação teórica para que eu pudesse refletir sobre a matemática escolar e aquela que emerge das práticas dos profissionais da construção civil.

Fundamentado nos pressupostos teóricos estudados quando da elaboração desse trabalho, realizei uma pesquisa que teve uma metodologia com inspiração em técnicas etnográficas haja a vista que fiz uso de entrevistas semi-estruturadas, anotações em diário de campo e uso de gravador. As narrativas que compõem as entrevistas apresentam aspectos significativos sobre cálculos matemáticos presentes nas práticas diárias do grupo pesquisado. Desta maneira, esse estudo buscou melhor compreender as relações existentes entre as diferentes alternativas de cálculo nas práticas da construção civil e suas condições de possibilidade diante de saberes técnicos oriundos de suportes teóricos advindos da formação acadêmica.

Para narrar sobre as diferentes etapas que compuseram a pesquisa desenvolvida, organizei o trabalho em dois capítulos, essa introdução, conclusão, referências bibliográficas e anexos. No primeiro capítulo realizei uma interlocução entre as idéias de autores que ofereceram suporte teórico para a pesquisa empírica. No segundo capítulo relato a pesquisa empírica que teve como suporte teórico as idéias presentes na Etnomatemática, tendo como objeto de investigação os saberes presentes nas práticas cotidianas no meio da construção civil e os conhecimentos adquiridos no âmbito acadêmico. Abordo também algumas das principais práticas desenvolvidas para a construção de uma casa, procurando mostrar alguns aspectos importantes em cada fase do processo, de tal forma que seja possível relacionar a gama de conceitos matemáticos inseridos nessas atividades, enfatizando a ocorrência de saberes e fazeres matemáticos na vida profissional desses trabalhadores. Além disso, nesse capítulo falo sobre a minha convivência com os pedreiros e o engenheiro apresentando suas falas e seus saberes a respeito das atividades desenvolvidas no âmbito da construção civil. Na parte final do trabalho, apresento algumas considerações que se constituem em possíveis conclusões da pesquisa, as referências bibliográficas e os anexos que ilustram alguns dos dados coletados ao longo do estudo por mim desenvolvido.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Em um canteiro de obras, é possível encontrar uma gama de saberes matemáticos oriundos de práticas profissionais dos trabalhadores da construção civil. Dito de outra maneira, podemos observar um vasto e rico conteúdo matemático sendo utilizado diariamente por quem lida com as diversas atividades pertinentes a esse setor social. Ali, saberes e fazeres matemáticos estão sendo abordados de uma forma nem sempre aprendidos no interior de uma sala de aula, isto é, emergem da experiência empírica e, portanto, se distanciam de uma linguagem formal e sistematizada que caracteriza os conhecimentos acadêmicos. Sendo assim, adquirem especificidades singulares apropriadas para atender a resolução de determinadas práticas inerentes à construção civil.

Tendo feito essas considerações, é possível vislumbrar que a investigação de aspectos culturais de um grupo social, está vinculada com o ensino de Matemática, numa perspectiva *Etnomatemática*. Isso implica que, dentre as multiplicidades culturais, a busca em compreender as situações de uma obra, pode aproximar o contexto escolar com a realidade matemática presente na vida diária desses trabalhadores.

Ferreira (2006, p. 73), afirma que educadores e educadoras têm refletido sobre o significado da investigação na perspectiva da etnomatemática. Segundo suas palavras, esta abordagem é “objeto de empenho dos educadores matemáticos que se dedicam ao estudo e pesquisa desse movimento“. Uma outra idéia sobre o tema também é salientada pelo educador brasileiro D’Ambrósio, da Universidade de Campinas, quando escreveu que:

Poderíamos dizer que a Etnomatemática é um programa que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimento em diversos sistemas culturais e as forças interativas que nos e entre os três

processos. Portanto, o enfoque é fundamentalmente holístico (D'AMBRÓSIO, 1998, p. 7).

D'Ambrósio (2001, p. 9), salienta que nessa perspectiva, ganham visibilidade “a matemática praticada por grupos culturais, tais como comunidades urbanas e rurais, grupos de trabalhadores, classes profissionais, crianças de uma certa faixa etária [...]”.

Sendo assim, podemos observar habilidades e práticas empregadas por diferentes grupos sociais, com o intuito de buscar compreender e conhecer o mundo ao seu redor e desta maneira, atender necessidades individuais ou coletivas.

Segundo D'Ambrósio (1998, p. 5-6), o Programa Etnomatemática “é a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais.” Dessa forma, podemos dizer que a Etnomatemática é uma abordagem que busca entender conhecimentos de um determinado grupo social, no sentido de que os mesmos possam ser analisados e avaliados quanto às suas potencialidades e limitações em diferentes situações.

O uso do termo Etnomatemática tem sido discutido por teóricos de diferentes áreas do conhecimento. Para os antropólogos é parte da Etnologia de um grupo, para os educadores é um método educacional da matemática e para outros pesquisadores, como D'Ambrosio e Gerdes é um subconjunto da Educação, que contém a Matemática como subconjunto. (FERREIRA apud D'AMBROSIO, 2006, p. 77).

Podemos entender a Etnomatemática como uma proposta para a Educação Matemática, que incorpora atividades ordenadas, estimuladas e conduzidas a partir do cotidiano, refletindo sobre conhecimentos anteriores dos estudantes e situando, assim, a matemática como uma prática espontânea e natural.

Neste trabalho, foi realizado um estudo sobre as práticas matemáticas no setor da construção civil. Neste sentido, procurei dar visibilidade e colocar em discussão os saberes matemáticos advindos de um grupo social específico a partir do exercício de suas práticas profissionais diárias. Em outras palavras, meu estudo foi ao encontro da abordagem da Etnomatemática que procura resgatar, analisar, dar visibilidade, valorizar e discutir as possibilidades e limitações desses conhecimentos nos diferentes contextos sociais. Desta maneira, como salienta D'Ambrósio:

Etnomatemática implica uma conceituação muito ampla do *etno* e da Matemática. Muito mais do que simplesmente uma associação a etnias, *etno* se refere a grupos culturais identificáveis, como por exemplo

sociedades nacionais-tribais, grupos sindicais e profissionais, crianças de uma certa faixa etária, etc [...] (1993, p. 17-18).

A Etnomatemática é uma proposta de pesquisa e, ao mesmo tempo, prática pedagógica que atende algumas especificidades ligadas à vida e a interação entre grupos humanos. Ela valoriza a matemática dos diferentes grupos socioculturais e propõe uma análise dos conceitos matemáticos informais construídos pelos alunos através de suas experiências, fora do contexto da escola.

Conforme adverte D'Ambrósio, em várias situações do cotidiano, distintos povos e culturas empregam alguma modalidade de conhecimento matemático. Assim, de acordo com suas palavras:

O cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura (D'AMBRÓSIO, 2001, p.22).

Essa proposta sugere a importância de se implementar práticas pedagógicas nas quais seja possível trabalhar aspectos e rotinas que, estejam ligadas aos interesses dos estudantes. Indica também que os trabalhos desenvolvidos nessa perspectiva favorecem o desenvolvimento de capacidades de natureza prática para lidar com a atividade matemática, o que lhes permite reconhecer problemas, buscar e selecionar informações e também exercitar as habilidades de tomar decisões. Quando essas capacidades são potencializadas pela escola, os processos de ensino podem alcançar melhores resultados.

Para a autora Halmenschlanger (2001), a Etnomatemática permite visibilizar novos horizontes para o currículo escolar tendo em vista que através da leitura dessa proposta é possível analisar diferentes modos de produção de conhecimentos matemáticos que emergem em distintas práticas de grupos sociais. Além disso, a área da Educação Matemática tem sido tensionada frente às afirmações de que a matemática é marcada pela abstração, pelo formalismo das sentenças e dos algoritmos. Essa condição tem levado educadores a se mobilizar no sentido de refletir sobre suas próprias práticas e com respeito aos saberes que compõem o currículo escolar. Os reflexos ocasionados por estas questões podem ser sentidos e, adquirem visibilidade, na proliferação de estudos que têm como eixo analítico a articulação deste campo de conhecimento com as práticas sociais.

Alguns educadores como Bryant (1997), Nunes et al. (2005), Schliemann e Carraher (2003), têm sugerido que se desenvolvam análises voltadas a matemática

praticada em espaços não acadêmicos e examinarmos as conseqüências curriculares e metodológicas para os contextos de ensino. D'Ambrósio (1999, 2001, 2002), Monteiro, (2001), Knijnik (1998, 2000, 2001) têm destacado os saberes matemáticos, com suas práticas de medir, inferir e calcular, de povos e culturas que se encontram ausentes na história ocidental e dos currículos escolares evidenciando, desta maneira, que o saber encontra-se articulado às questões de poder de modo que coexistem se fundamentando mutuamente. Essas teorizações têm nos auxiliado na reflexão e na problematização das crenças que sustentam nossas práticas pedagógicas.

A sociedade contemporânea parece requerer, cada vez mais, uma gama de conhecimentos para lidar com novas e emergentes condições sociais. Neste sentido, se fazem necessárias habilidades para lidar com situações-problemas que se farão presentes em diferentes momentos e âmbitos sociais.

A acepção de que todo conhecimento emerge a partir de uma necessidade ligada à vida humana, tem como pressuposto que os diferentes saberes vêm ao encontro do exercício de práticas ligadas ao dia-a-dia de cada indivíduo ou grupo social. Essas práticas, que requerem desenvolvimento de novos conhecimentos, podem ser visibilizadas nas funções profissionais como, por exemplo, aquelas que se fazem presentes na construção civil.

Assim sendo, minha proposta de trabalho pretendeu analisar a condição de emergência dos conhecimentos matemáticos usualmente empregados nas práticas da construção civil e aqueles convencionalmente ensinados na escola.

É importante ressaltar que contextualizar conhecimentos matemáticos requer do professor um exercício de observação e coleta de informações que possibilite capturar os elementos significativos para serem incorporados e discutidos no âmbito escolar.

Conhecer não significa, necessariamente, morar perto da escola, mas saber dos anseios e das representações culturais mais importantes da sociedade envolvente. Isto, porque são eles que vão nortear as investigações de campo, que buscam os aspectos mais significativos para retornar ao grupo pesquisado. Quando o professor propuser uma pesquisa de campo aos seus alunos, e juntos se indagarem sobre os possíveis temas para tal pesquisa, o professor pode até eleger alguma temática, mas que esteja associada aos interesses e necessidades de seus alunos. Isso significa que ele não deve impor os temas, ou seja, esses devem

emergir dos alunos, mas sob sua orientação no sentido de que a escolha, propicie a inserção de elementos relevantes ao grupo social ou cultural estudado.

O ensino com estas características é, sem dúvida, crítico e significativo para os estudantes. Crítico, por que os alunos, quando interpretam sua própria realidade, fazem uma leitura que os habilita a verificar possibilidades e limitações do emprego de determinados conceitos. Além disso, o exame de fatos da vivência e práticas pertinentes a sua própria comunidade lhes permite enfrentar situações novas, interpretar fatos e fazer inferência. Neste sentido, a Matemática, exercitada nesta perspectiva, oferece ferramentas para lidar com diversificadas circunstâncias que se encontram presentes nas atividades humanas.

Ao tentar levar para a sala de aula situações práticas da matemática, tais como a elaboração da planta de uma casa, o cálculo de tijolos para construir uma determinada parede, a inclinação de um telhado, a relação de materiais utilizados para a produção do concreto, estaremos oferecendo ao aluno a possibilidade de manejar problemas e entender as diferentes produções matemáticas.

Ao observar as práticas quantitativas dos profissionais da construção civil, é possível observar as estratégias que são postas a operar. Estas estratégias parecem estar em estreita relação com as regularidades estratégicas do cálculo oral apontada por Knijnik (2002) ao analisar as práticas matemáticas de camponeses.

Tais regularidades dizem respeito à “[...] estreita vinculação das estratégias de cálculo com as contingências onde as mesmas estão situadas [...] a estratégia de adicionar, a partir da decomposição de valores a serem computados oralmente e a estratégia de duplicação presente nas multiplicações” (KNIJNIK, 2002, p. 4).

Na acepção dessa autora a Etnomatemática pode ser entendida como a:

Investigação das tradições, práticas e concepções matemáticas de um grupo social subordinado (quanto ao volume do capital social, cultural e econômico) e o trabalho pedagógico que se desenvolve com o objetivo de que o grupo interprete e decodifique seu conhecimento; adquira o conhecimento produzido pela Matemática acadêmica, estabeleça comparações entre o seu conhecimento e o conhecimento acadêmico, analisando as relações de poder envolvidas no uso destes dois saberes (KNIJNIK, 1996, p. 88).

Dessa forma, perceber como os grupos adquirem os conhecimentos é tão importante quanto observar as maneiras como esses saberes são aplicados na prática. O contato e a troca de conhecimentos com um determinado grupo social, podem nos levar a compreender melhor a riqueza de saberes matemáticos inseridos em diferentes atividades humanas.

Sendo assim, a Matemática que se faz presente no nosso cotidiano, às vezes, faz usos de estratégias de cálculo que obedecem a critérios de complexidade e sofisticação que superam aqueles ensinados na escola.

Com essa ótica, a pesquisa de Duarte (2004, p.183-202) se desenvolveu dentro da perspectiva da Etnomatemática. Seu estudo, voltado para a Educação Matemática, analisou algumas práticas profissionais inseridas no campo da construção civil. A autora descreveu sua pesquisa com apoio em observações e relatos de trabalhadores da construção civil ao longo de suas atividades diárias praticadas no canteiro de obras. Alguns desses trabalhadores eram seus alunos em um curso de supletivo noturno. Esse aspecto foi uma das justificativas que a impulsionou buscar melhor compreender o exercício e os saberes presentes na profissão daqueles alunos.

Dito de outro modo, sua pesquisa teve como finalidade verificar os conhecimentos matemáticos dos trabalhadores da construção civil, bem as implicações curriculares da produção desses saberes.

Durante os diálogos com os operários, a pesquisadora procurava capturar os conceitos matemáticos que eram utilizados para desenvolver suas atividades, fazendo com que os trabalhadores verificassem a importância de cada saber presente em suas tarefas.

Duarte procurou relacionar as práticas realizadas pelos operários com a realidade técnica exigida pelos engenheiros, no sentido de compreender as diferentes linguagens presentes nestes dois modos de lidar com saberes matemáticos.

Foram examinadas quatro práticas sociais pertencentes no “mundo da construção civil”: a prática social de “misturar a massa” – mistura que envolvia areia, cimento, água e que, dependendo dos fins a que se destinava, poderia ainda conter, além destes ingredientes, brita; a prática social de “construir estribos” - que consistia na construção de retângulos de ferro cujo objetivo era “amarrar” barras, também de ferro, que eram colocadas dentro de vigas e colunas; a prática social de “tirar o prumo” - que tinha como propósito verificar a verticalidade de uma construção através de um instrumento denominado fio de prumo; e, por último, a prática social de “fazer o gabarito” – que consistia em fazer as marcações no terreno a fim de garantir ângulos retos para a alvenaria que seria construída posteriormente.

Desta maneira, foi possível à autora problematizar a existência de outros tipos de validação, de outras lógicas e as razões pelas quais algumas são legitimadas e outras não, porque algumas são merecedoras de espaços dentro do currículo escolar e outras não.

Também inserido na perspectiva da Etnomatemática, o estudo de Halmenschlanger (2001) também relacionou a Educação Matemática com questões sociais ligadas a um grupo de alunos. A autora buscou o reconhecimento de que a produção do conhecimento matemático é uma atividade humana e desta forma indicou a necessidade de problematizar os conhecimentos relevantes às necessidades e interesses dos grupos envolvidos. Sendo assim, a pesquisa interligou aspectos socioculturais e conhecimentos matemáticos imersos nas atividades daquele grupo. Assim, a prática pedagógica desenvolvida possibilitou discutir especificidades da matemática escolar e as implicações da construção desses saberes nas vidas daqueles estudantes. O trabalho, também incorporou uma análise de diversas situações da realidade dos alunos, como faixa salarial, padrão de vida e ocupação profissional, tendo em vista que o grande grupo era formado por trabalhadores.

A parte empírica da pesquisa de Halmenschlanger consistiu no acompanhamento, via observação contínua e entrevistas, de estudantes em processos de elaboração, desenvolvimento, relato e análise de um estudo sobre as condições econômicas, escolares e profissionais de seus colegas. Sua prática foi revista conforme o desenvolvimento das atividades dos estudantes.

Para isso, a autora fez uso da Estatística e da informática como apoio para coletar, organizar, sistematizar, analisar e descrever a interpretação dos itens pesquisados. Alguns dos objetivos da autora foram, entre outros, proporcionar aos alunos uma compreensão de sua própria realidade e atender as necessidades efetivas daquele grupo. Ao longo do seu trabalho, Halmenschlanger tece reflexões sobre as falas de seus estudantes, proporcionando-nos um texto repleto de aspectos a serem considerados em nossas práticas pedagógico-profissionais.

Muitas pessoas questionam sobre o papel da matemática na formação dos alunos, de tal forma que os alunos sempre indagam: “para que serve esta matéria que eu estou aprendendo?”

Tal indagação parece indicar que os conhecimentos matemáticos abordados na escola não têm se apoiado em práticas que, de alguma forma, possam contribuir

para que haja compreensão mais ampla das suas inúmeras aplicações nos diferentes contextos sociais.

Analogamente, uma forma que parece despertar o interesse de apropriação de novos conhecimentos matemáticos pode estar ligada à sua associação às atividades práticas vivenciadas em contextos extra-escolares. Nessa ótica, Monteiro e Pompeu (2001, p. 62) descrevem que “o conhecimento se dá pela experiência e que os alunos aprendem conceitos matemáticos no cotidiano, sendo estimulados pelos professores, buscando compreender melhor os conceitos e aprimorá-los.”

Questões fundamentais ligadas às vidas dos estudantes podem ampliar os referenciais teóricos que guiam nossas práticas em sala de aula. Isto significa que a implementação de práticas pedagógicas que oferecem aos estudantes a possibilidade de levantar questionamentos sobre as concepções, usualmente, aceitas na Educação Matemática propiciam aos alunos um processo coletivo de construção do conhecimento, no qual as concepções divergentes podem ser exercitadas. Porém, o exercício desse processo requer um professor pesquisador que busca, constantemente, incorporar novos elementos no interior do currículo escolar. Deste modo, suportes oferecidos pela abordagem etnomatemática têm impulsionado educadores e educadoras a se empenhar em desenvolver investigações que possam trazer contribuições relevantes para a Educação Matemática.

Em diversas situações de nossa vida cotidiana nos deparamos com situações-problemas em que necessitamos tomar decisões e resolvê-las. Muitas vezes, alguns desses problemas requerem ferramentas matemáticas e a criação de modelos para realização de estimativas. Isso pode ser evidenciado no cálculo de juros cobrado na aquisição de uma mercadoria, na área de um terreno, no tempo necessário para se deslocar em um automóvel em uma determinada velocidade, durante certo trajeto e em outros fatos que estão ligados ao nosso dia-a-dia.

E é com esse olhar que se fundamenta a alternativa pedagógica denominada Modelagem Matemática. Trata-se de uma outra possibilidade metodológica, que tem como objetivo primordial interpretar e compreender diversos fenômenos naturais. De acordo com Biembengut e Hein:

A modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por

meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico (2003, p. 18).

A modelagem matemática pode ser entendida como uma abordagem de um problema não matemático que pode ser tratado com instrumental quantitativo. Neste sentido a construção de modelos, para compreender fenômenos naturais e sociais é uma estratégia que permite a composição e expressão de conhecimentos. Dito de outro modo, os modelos permitem a realização de previsões e tendências e são relevantes para o ensino de Matemática.

De acordo com os referenciais associados a essa metodologia de trabalho, o grande desafio do professor consiste em propiciar condições favoráveis para que os estudantes compreendam seu papel na sociedade, de agente ativo e transformador da sua realidade e a importância da Matemática no seu dia-a-dia. Assim, é possível haver relação entre conhecimentos matemáticos e contexto nos quais esses são necessários.

Conforme afirmam Biembengut e Hein, a Modelagem Matemática tem, entre outros objetivos: a aproximação de outras áreas do conhecimento com a Matemática, dar ênfase à importância do aprendizado da Matemática na formação do aluno, aperfeiçoar a compreensão de conceitos matemáticos, desenvolver habilidades para resolver problemas e estimular a criatividade.

Buscando oferecer uma idéia geral de como compreender essa perspectiva, os autores Monteiro e Pompeu (2001, p. 72), argumentam que:

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

Assim, podemos inferir que a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções com a linguagem do mundo real.

Elementos constituintes das práticas da construção civil nos permitem abordar vários temas da Matemática presentes em suas atividades. Dessa forma, configura-se em uma ferramenta de grande valia para o professor, pois o mesmo pode tornar sua aula mais interessante e dinâmica, podendo assim relacionar a matemática estudada em sala de aula com aquela que é utilizada por operários da construção civil nos canteiros de obra. Com essa aceção Kinijnik afirma:

Lidar com os saberes populares, interpretá-los, propiciando sua desconstrução, atingia o cerne da vida de meus alunos: suas crenças, seus valores, as tradições que haviam aprendido de seus antepassados... Não se tratava simplesmente de examinar do ponto de vista da Matemática acadêmica práticas sociais que há gerações faziam parte da vida daquelas comunidades [...] (1996, p. 38-39).

Essa modalidade de trabalho pode despertar um interesse maior pelo acesso aos conhecimentos matemáticos, já que grande parte do corpo discente descreve a Matemática como uma disciplina muito abstrata e de difícil compreensão. Além disso, proporciona o desenvolvimento da criatividade, o desejo pela pesquisa e a habilidade de resolver situações práticas do dia-a-dia com auxílio de ferramentas oferecidas pela Matemática.

Ao tentar propor uma aula diferente das convencionais, ou seja, dinâmica e interativa, o professor se depara com inúmeras dificuldades para atingir seu objetivo. É sempre um desafio, pois emanam incertezas quanto à condução do processo e quanto à aceitação dos estudantes. Tal experiência foi por mim vivenciada ao propor uma prática que envolvia a construção de uma casa. Esta prática pedagógica envolveu uma gama de conhecimentos matemáticos que se fizeram necessários para o desenvolvimento das aulas. Neste processo, foi possível explorar a aplicação de conceitos de geometria (plana e espacial), trigonometria (ângulos), sistemas de medidas (superfície, volume, capacidade, massa), porcentagem, proporcionalidade e matemática financeira. Com subsídios advindos da Geometria foi possível analisar formas geométricas e cálculo de áreas. Já com auxílio de suportes teóricos provenientes da Trigonometria foi possível o cálculo de ângulos de inclinação das tesouras em relação ao telhado, e o estudo da prática de fazer o gabarito¹. Sistemas de medidas e porcentagens foram abordados na construção da planta da casa, na discussão sobre o tamanho e no modelo do terreno. A Matemática Financeira foi tratada no cálculo da quantidade de material a ser gasto para a construção da casa.

Ao longo desta pesquisa, por motivos não determinados por mim, enquanto professor, a ênfase se voltou de modo significativo para conhecimentos ligados à geometria, principalmente, ângulos e proporções. A geometria destacou-se como ponto central em função das inúmeras situações em que foi buscada para o projeto da construção de uma casa.

¹ A prática de fazer o gabarito corresponde a efetuar marcações no terreno a fim de garantir ângulos retos para a alvenaria que será construída posteriormente – ocorre na fase inicial da construção.

Analisando os Parâmetros Curriculares Nacionais PCN, pode-se verificar que o conteúdo de Geometria encontra-se distribuído em dois blocos: “Espaço e Forma” e “Grandezas e Medidas”, sendo que este último permite uma interligação entre as áreas da Aritmética e da Geometria.

Naquele bloco que trata de “Espaço e Forma”, é enfatizada a importância da Geometria no currículo escolar devido ao fato de ela proporcionar estímulo à criança observação, percepção de semelhanças e diferenças e identificação de regularidades. Desta maneira, possibilita relacionar a Matemática com outras áreas do conhecimento.

Já no bloco que aborda “Grandezas e Medidas” são destacadas as práticas ligadas às necessidades sociais, as quais podem proporcionar uma melhor compreensão de conceitos métricos de espaço e formas.

Compreendendo as argumentações dos autores, que sugerem uma abordagem cultural e contextualizada para o ensino da Matemática, procurei realizar uma pesquisa que buscou entender os saberes matemáticos presentes nas práticas dos profissionais da construção civil de modo que pudesse situá-los historicamente e socialmente. Tal investigação é descrita no próximo capítulo deste trabalho.

3 PRODUÇÃO DE CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA CASA

A construção de uma casa requer conhecimentos quantitativos e vários detalhes pertinentes a cada etapa do processo. Este capítulo abordará os principais passos na edificação de uma obra, evidenciando a produção e operacionalização do conhecimento matemático no interior das atividades executadas pelos profissionais da área da construção civil. Analisarei, também, as diferentes linguagens e os significados que cada uma adquire a partir da prática.

Em tempos longínquos povos e culturas já buscavam estabelecer formas de relacionar unidades de medidas. Klüsener (2000, p. 38) assinala que, o corpo humano foi uma das mais importantes relações que se estabeleceram entre a contagem e a representação das quantidades, o qual também contribuiu para a criação de símbolos. Isto parece esclarecer os motivos que técnicas corporais do número adquiriram tanta importância na história universal da aritmética. Dentre essas técnicas o recurso dos dedos da mão desempenhou um papel central. Neste sentido, os dedos das mãos representaram o suporte para o desenvolvimento do sistema de base decimal, o sistema de base cinco, ou mesmo o sistema de base vinte. Todavia, a opção de uma determinada base para o sistema de numeração nem sempre se fundamentou na correspondência com determinadas partes do corpo humano. Atualmente, ainda determinados objetos se fundamentam em partes do corpo para estabelecer equivalências. Alguns exemplos podem ser verificados, por exemplo, na altura de um avião que é medida em pés, o que equivale a 33 cm e na bitola de um cano de uma arma é determinada em polegadas, que equivale a 2,54 cm.

As considerações sobre unidades de medidas formais e informais são vislumbradas e discutidas ao longo deste texto tendo em vista que todas as etapas

dos trabalhos exercidos na construção civil envolvem alguma modalidade de medida de comprimento, área ou volume.

A parte empírica desse trabalho está baseada em observações realizadas em obras e entrevistas com pedreiros e engenheiro. Assim, através dessa metodologia de pesquisa estabeleço relações entre as diferentes formas de produzir conhecimento matemático de modo que possam ganhar visibilidade não somente aqueles saberes técnicos advindos de suportes teóricos acadêmicos, mas também aqueles que nascem a partir da prática de atuar na área da construção civil.

Um de meus entrevistados foi o senhor Vanderlei, com 65 anos de idade e mais de 45 anos dedicados à profissão de pedreiro. Ele relatou-me um pouco a respeito de sua vida no exercício da profissão. Natural da cidade de Rosário do Sul, RS, seu Vanderlei iniciou sua carreira profissional antes dos 20 anos de idade, período em que começou exercer tarefas de ferreiro. Segundo seu depoimento, a exigência de profissionais de outros segmentos dentro da construção civil fez com se deslocasse para atividades ligadas à alvenaria. Atualmente, seu Vanderlei, trabalha com pequenas obras e reformas no V Comando Aéreo Regional, mas me relatou que já fez parte de construtoras de grande porte, participando da construção de edifícios com mais de vinte pavimentos, onde foi um dos responsáveis pela parte de fundação. Também já trabalhou na construção de viadutos e pontes, onde adquiriu bastante experiência no ramo. Com relação à sua caminhada escolar, ele informou-me que cursou até o primário (5ª série). No entanto, neste período, teve que abandonar os estudos para trabalhar, com objetivo de auxiliar a família. Teve sete filhos e apesar de muitos anos de serviço, ainda não é aposentado, necessitando trabalhar com a finalidade de quitar a dívida de sua casa própria.

Ao dialogar pela primeira vez com seu Vanderlei, comuniquei a ele que gostaria de ser informado a respeito de algumas de suas atividades, porque estava interessado em compreender alguns procedimentos executados em obras nos quais se faziam presentes alguns conceitos matemáticos. Fiquei surpreso com sua resposta, porque ele imediatamente afirmou:

Ah, não uso Matemática não. Tudo o que eu faço aqui é porque eu já aprendi com a experiência. A gente aprende muito com a prática. Quando tenho que fazer alguma coisa, já sei de cabeça tudo o que tem que ser feito, não preciso ficar pensando muito não.

Dando prosseguimento ao diálogo, indaguei-o sobre os procedimentos adotados para determinar a quantidade de azulejos necessários para revestir uma

parede. Ele me conduziu até a proximidade de uma parede para ilustrar sua explicação. “*A parede tem uma medida aqui embaixo né [largura]! e uma pra cima [altura], aí eu tiro as medidas e somo né?*” Aguardei alguns momentos em silêncio esperando que ele corrigisse a afirmação. A seguir perguntei: “*Soma?*”. Logo a seguir ele respondeu: “*quero dizer, multiplica né!*”. Nesse momento, parece que seu Vanderlei observou que estava utilizando procedimentos quantitativos.

Seu Vanderlei continuou relatando sobre outras práticas. Desta maneira, ele descreveu os procedimentos presentes no preparo da argamassa para assentar tijolos de uma parede. Para realizar este trabalho, ele utiliza caixas de madeira que servem como padrão de medida para obter quantidades proporcionais entre os ingredientes necessários no preparo do composto.

Para ilustrar essa situação, o entrevistado citou alguns exemplos, tais como: para preparar uma argamassa a ser utilizada em um piso, utiliza-se a proporção 4:3:1, ou seja, quatro medidas de areia, três de pedra britada e uma de cimento. Já para o assentamento de tijolos, a proporção dos materiais é de 4:1, isto é, quatro medidas de areia para uma de cimento, onde também é acrescida uma quantidade de um material chamado alvenarite, o que possibilita dar mais liga da argamassa ao tijolo.

Através do contato com a realidade destes trabalhadores foi possível constatar procedimentos matemáticos presentes nas etapas da construção. Visando também obter informações técnicas a respeito dessas práticas, realizei uma entrevista com o Engenheiro Civil João Alberto (CREA/RS: 50033), integrante da empresa Solar Construtora Ltda, local em que fui muito bem acolhido. Ele se mostrou receptivo e interessado em contribuir com informações necessárias para elaboração de minha pesquisa.

Com base em contatos realizados com o engenheiro e com os operários da construção civil, nos canteiros de obra, bem como em visitas de campo e através do senso comum, pude a seguir descrever cada fase de uma obra, com um olhar voltado para os conhecimentos matemáticos inseridos em cada situação.

3.1 Terreno

Para a construção de uma casa, inicialmente, necessitamos examinar as condições de um terreno. O primeiro passo consiste em avaliar a documentação do

lote. Isto quer dizer que deve haver evidências do comprovante de posse e regulamentação da escritura. Além disso, o conhecimento das dimensões do terreno nos permite determinar a sua área de abrangência, isto é, conhecendo sua largura e seu comprimento. As inclinações do lote vão nos indicar o seu caimento e uma possível necessidade de receber um aterro para planificá-lo.

Para se verificar a qualidade do solo em relação a sua resistência pode-se penetrar uma barra de aço na região que será construída a edificação, verificando a profundidade que essa barra será introduzida. Quanto mais profunda for a penetração, haverá uma maior necessidade de se realizar uma fundação mais resistente. Caso a barra não ultrapasse 1,0 m de profundidade, então o solo é firme e não necessita de fundações tão profundas.

Outros aspectos importantes com relação à análise do terreno escolhido para a realização da obra dizem respeito a questões de localização, ou seja, deve haver uma avaliação que permita averiguar e coletar dados sobre as condições de risco de possíveis desabamentos, a iminência de enchentes e sobre aspectos referentes ao solo.

Em terrenos que apresentam certo declive, caso não seja planificado, a casa a poderá ser construída em mais de um nível, onde, por exemplo, a sala de estar poderá separar os demais ambientes, ou até mesmo a garagem da edificação projetada na parte inferior do primeiro pavimento.

3.2 Planta

Inicialmente devemos traçar no papel ou em algum *software* específico, um esboço de como gostaríamos que fosse a futura casa, desenhando seus cômodos, tomando suas dimensões, esboçando as demais peças necessárias, ou seja, representar uma planta baixa da futura construção. É importante também reservarmos algum espaço para poder futuramente, se necessário, ampliar ou construir um novo compartimento.

Nesse primeiro traçado, é possível configurar as dimensões de cada compartimento, possibilitando determinar, a partir de suas medidas, as suas áreas e a área total da casa, podendo, assim, conhecer antecipadamente a metragem de pisos, azulejos e forros necessários para cada peça. No momento da elaboração da planta, também é relevante estabelecer a posição da casa no terreno, procurando

determinar a quantos metros as paredes laterais externas estarão dos limites desse espaço. Isso dependerá de como se quer aproveitar o terreno, podendo iniciar a construção no limite da divisória do lote, obtendo assim um espaço maior no lado oposto, ou construir a casa no centro, obtendo espaços menores nas duas laterais.

3.3 Fundação

A fundação é a primeira parte da casa a ser construída, e uma das mais importantes, pois é na fundação que todo o peso da casa é apoiado, tendo nela o contato direto com o solo.

Antes de iniciar a fundação, que vai proporcionar a sustentação da casa, deve-se realizar a planificação do local onde a construção irá ser realizada, de tal forma que as paredes possam ser construídas de forma correta. Para isso, faz-se necessária a realização do gabarito o qual esclarecerá se a posição, onde serão construídas as paredes externas, está no esquadro.

A fundação, ou alicerce como também é conhecida, serve para apoiar a casa no terreno. Essa requer conhecimento da qualidade do solo local no sentido de determinar a profundidade que será escavada, com o objetivo de se construir o baldrame². O conhecimento do solo é realizado por empresas especializadas, ou também se podem consultar os vizinhos para conhecer, basicamente, quais as características do solo no entorno do terreno.

Caso o solo seja firme, a vala deve apresentar uma profundidade de aproximadamente 60 cm, caso contrário, o baldrame deverá ser construído em uma profundidade maior sendo apoiado sobre estacas.

As estacas serão construídas nos cantos da construção e onde houver encontro de paredes e colunas. As estacas deverão ser colocadas em um buraco no terreno onde atinja o solo firme, sendo inseridas barras de aço e concreto posteriormente. Após a confecção das estacas, o baldrame poderá ser construído sobre essa estrutura.

² O baldrame é uma fundação direta, geralmente de concreto, que pode ser contínua para as paredes (fundação corrida ou sapata corrida) ou sapata para colunas. No caso particular de paredes, a sapata tem forma retangular.

Outra forma de construir a fundação, caso o solo não possua uma resistência adequada, é através de um método denominado radier³, que consiste em uma laje de concreto sobre o solo para apoiar casa.

A tabela a seguir, indica a quantidade de material utilizado para se produzir o concreto utilizado na fundação inicial da obra:

Tabela 1 – Quantidade de material utilizado para se produzir o concreto empregado na fundação inicial da obra

APLICAÇÃO	TRAÇO	RENDIMENTO POR SACO DE CIMENTO DE 50 kg	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Base de concreto magro	1 saco de cimento de 50 kg 8 ½ latas de areia 11½ latas de pedra 2 latas de água	14 latas ou 0,25m ³	O solo deve ser nivelado e socado antes do lançamento do concreto magro
Concreto do baldrame, estaca e do radier	1 saco de cimento de 50 kg 5 latas de areia 6 ½ latas de pedra 1 ½ lata de água	9 latas ou 0,16m ³	Procure fazer a concretagem de uma vez só para evitar emendas da concretagem na fundação. O concreto de ser bem adensado (vibrado)

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 1992, p. 8.

Para se obter uma precisão próxima a adequada do concreto, utiliza-se como parâmetro uma lata com capacidade de 18 litros.

Após finalizar esse processo, o concreto deve ser hidratado durante uma semana e, após mais um período de três dias, é possível dar continuidade aos serviços sobre o alicerce. É de grande importância, também, revestir a fundação com uma camada impermeabilizante, com o intuito de não possibilitar com que a umidade suba até as paredes da residência.

³ Conjunto de vigas de concreto armado que corre sobre qualquer tipo de fundação.

3.4 Concreto

O concreto é um material da construção civil composto por uma mistura de cimento, areia, pedras britadas e água, além de outros materiais ocasionais, ou aditivos, de acordo com a necessidade a qual se destina.

A proporção de cada ingrediente utilizado varia com a finalidade que se quer aplicar. A quantidade de água, por exemplo, caso seja demasiada, pode interferir na resistência do concreto, e em pouca quantidade provoca buracos ou vazios no seu interior. Assim, propriedades como durabilidade e resistência são influenciadas pela proporção de cada material, além da qualidade desses constituintes utilizados, como um cimento de boa qualidade, a areia e britas limpas, sem materiais orgânicos, bem como a água potável.

A mistura entre os materiais constituintes é chamada de dosagem ou traço, que indica as proporções e as quantidades dos materiais componentes da mistura, a fim de se obter um determinado tipo de concreto com qualidades previamente estabelecidas.

Para se determinar a relação de materiais a ser utilizado na obra, deve-se levar em consideração a sua aplicação. Um de meus entrevistados, seu Delmar, trabalhador autônomo da cidade de Barra do Ribeiro, relatou a respeito da quantidade de materiais para o preparo de concreto necessário à realização de um contrapiso. A informação que obtive, foi que necessitavam de 1 saco de cimento para três carrinhos de areia, ou seja, na razão de 1:3, pois seu Delmar me informou que um carrinho de areia, bem cheio, equivale a aproximadamente a mesma medida que um saco de cimento. Essa mistura era o suficiente para confeccionar 3m² de contrapiso. Então, questionei-o a respeito da hipótese de necessitar realizar um contrapiso com uma área de 5m², isto é, qual seria a relação de material necessário nesse processo da construção. Seu Delmar pensou um pouco e me forneceu um valor aproximado, explicando da seguinte forma: *“Bom, se para cada 3m² eu utilizo 1 saco de cimento, então para 5m² vai precisar um pouco menos de 2 sacos. E areia vai precisar uns 5 carrinhos”*.

Expressando matematicamente o raciocínio de seu Delmar, obtive as seguintes proporções:

$$\frac{1}{3} = \frac{x}{5}$$

$$\frac{3}{3} = \frac{x}{5}$$

Algumas outras informações a respeito das características do concreto, foram obtidas através da entrevista com o engenheiro civil, ficando constatado que se deve evitar com que o concreto perca sua hidratação rapidamente, pois a água presente possibilita uma reação com o cimento, sendo que, normalmente, é utilizada uma manta de feltro umedecida para evitar essa perda.

Outro dado obtido é que são necessários vinte e oito dias para que o concreto atinja sua maior resistência.

Um tipo de concreto, também utilizado na construção de uma casa, chama-se concreto armado, que consiste em inserir barras de aço no seu interior para ser utilizado na construção de vigas e alicerces.

3.5 Parede

Para a construção das paredes externas ou internas de uma obra de alvenaria⁴, utilizam-se blocos de concreto ou blocos cerâmicos, conhecidos como tijolos.

Antes de construir as paredes, pode-se determinar a quantidade de blocos necessários que serão utilizados ao longo da construção, podendo assim escolher qual o tipo que será utilizado. Desta maneira, no decorrer do trabalho será descrita a fala de um pedreiro sobre o processo a ser realizado para se determinar a quantidade de tijolos por metro quadrado a ser utilizado em cada parede.

As tabelas a seguir, indicam a quantidade de cada bloco necessário por metro quadrado construído, bem como a de argamassa utilizada para assentar uma determinada parede.

⁴ Conjunto de pedras, de tijolos ou de blocos - com argamassa ou não - que forma paredes, muros e alicerces. Quando esse conjunto sustenta a casa, ele chama-se alvenaria estrutural. O próprio trabalho do pedreiro.

Tabela 2 - Quantidade de cada bloco utilizado por metro quadrado construído

TIPO	QUANTIDADE POR m ² DE PAREDE	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Blocos de concreto (10cm x 20cm x 40cm)	13 blocos	Para saber o total de m ² de parede, some o comprimento de todas as paredes e multiplique pela altura (pé direito). Compre um pouco a mais por causa das quebras.
Tijolos de barro maciço (5cm x 10cm x 20cm)	92 tijolos	
Tijolos cerâmicos com 6 ou 8 furos (10cm x 20cm x 20cm)	23 tijolos	

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 1992, p. 12.

Tabela 3 - Argamassa utilizada para assentar uma parede

APLICAÇÃO	TRAÇO	RENDIMENTO POR SACO DE CIMENTO DE 50 kg	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Paredes de blocos de concreto	1 lata de cimento ½ lata de cal 6 latas de areia	30m ²	As duas primeiras fiadas devem ser assentadas com argamassa com impermeabilizante. Os blocos devem estar secos para o assentamento.
Paredes de tijolos maciço	1 lata de cimento 2 latas de cal	10 m ²	As duas primeiras fiadas devem ser assentadas com argamassa com impermeabilizante.
Paredes de tijolos cerâmicos	8 latas de areia	16 m ²	

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 1992, p. 12.

Duas atividades de grande presença matemática, praticadas entre os pedreiros, no levantamento das paredes, são o nivelamento e o prumo. Para nivelar a parede com a horizontal, os pedreiros utilizam um nível de bolha, instrumento que visa verificar a horizontalidade de uma superfície. Para garantir a estabilidade da edificação, é utilizado o fio de prumo, um instrumento útil para garantir a verticalidade da parede.

3.6 Telhado

Em todas as situações práticas na construção de uma casa é possível visualizar operações que lidam com conceitos de geometria. No telhado, a forma que se destaca é a triangular, pois estruturas com este formato possibilitam dar maior resistência aos pesos nelas exercidos. Isso porque o triângulo é uma figura rígida, ao contrário de quadrados e retângulos que podem alterar sua forma à medida que os seus ângulos sofrerem alterações. (BIEMBENGUT; HEIN, 2003, p. 63).

Durante a construção de um telhado, uma prática de grande importância se encontra na elaboração das tesouras. Para isso, procurei buscar informações técnicas que pudessem esclarecer alguns detalhes sobre como é o procedimento para a confecção das tesouras.

Durante o diálogo estabelecido com o engenheiro, pude ter acesso a informações sobre a importância do cálculo dos ângulos na etapa da construção das tesouras. Segundo suas palavras, esse cálculo é necessário em virtude do caimento correto e adequado, sendo determinado pelo tipo de telha que for utilizada, tais como, telha colonial, telha de fibrocimento e telha à francesa. Existem vários tipos de caimento e, esses dependem do modelo da telha. Assim, por exemplo, para um telhado que será utilizado telhas de fibrocimento, há um caimento de 11% de acordo com a largura. Se o local a ser coberto pelo telhado tiver 10 m de largura, a tesoura terá uma altura de aproximadamente 1,10m.

Todas as tesouras a serem fabricadas deverão ter sustentabilidade para a carga mínima exigida, dependendo de forças tais como vento, chuva, peso da telha, entre outros fatores.

Outro aspecto que procurei indagar foi sobre a possível existência de uma maneira tecnicamente correta para ser realizada a confecção das tesouras diferentemente da maneira como os operários praticam.

Para me auxiliar na compreensão da parte prática realizada pelos operários, na construção de tesouras, procurei o servente de pedreiro Cleoni Pedroso Machado de 59 anos de idade, sendo que 30 desses foram dedicados à profissão. É empregado da empresa Schneider e Berte Construção Civil Ltda. de Porto Alegre. Executa uma obra no V Comando Aéreo Regional. No início da conversa, seu Cleoni ficou um pouco receoso comigo, e foi logo justificando que não estava trabalhando no momento, pois estava de atestado médico. Recentemente, foi vítima de uma queda

de uma parte de um andaime em seu pé e estava no local, naquele momento, apenas para conversar com seu encarregado. Acredito que sua preocupação comigo se deveu à desconfiança de que minha presença no local, era para fins de fiscalização, cujas normas não permitem que funcionários trabalhem feridos.

Mas em pouco tempo seu Cleoni foi ficando mais à vontade. Pude então questioná-lo a respeito da produção de tesouras para o telhado de uma casa. Ele me informou que era apenas servente de obras e não executava esse tipo de serviço, indicando-me então um dos pedreiros responsáveis pela obra, o qual poderia me dar melhores informações. Mas, acreditando que poderia coletar algumas informações desse entrevistado, indaguei quais eram as atividades que ele exercia. Ele me informou que fazia serviços gerais, tais como carregar tijolos, fazer massa, entre outras atribuições designadas pelo pedreiro.

Então perguntei ao entrevistado quais os métodos utilizados para quantificar as medidas necessárias para o preparo da argamassa. Seu Cleoni afirmou que, as quantidades variam de acordo com o trabalho a ser realizado. Assim, para construir um piso ele usa a proporção de 3:1 (lê-se: três por um) e se for para o assentamento de tijolos pode ser mais fraco, ou seja, (4:1). Essas proporções são calculadas levando em consideração a quantidade de areia e a quantidade de cimento. Esses materiais são mensurados em um balde padrão e inseridos na betoneira para ser preparada a argamassa a ser utilizada. Dessa forma, podem-se observar a presença do emprego de conceitos matemáticos como Razão e Proporção, sendo abordados constantemente na produção dessa atividade.

Para ilustrar sua afirmação, o entrevistado indicou um pedreiro realizando o revestimento com argamassa de uma parede. Segundo suas palavras: “ali, por exemplo, a gente utiliza 40 pás de areia ou 8 baldes, 1 saco de cimento de 50kg e mais 2 sacos de cal com 20kg cada”. No interior dessa explanação é possível observar proporções de materiais sendo empregados, bem como unidades de medidas convencionadas em canteiros de obras como, por exemplo, pás, baldes e sacos.

Tendo em vista que seu Cleoni não poderia me fornecer as informações necessárias para a confecção das tesouras, conversei com o pedreiro Valdir de Moura, natural de Porto Alegre - RS, 55 anos de idade e aproximadamente 35 anos dedicados à profissão. Seu Valdir iniciou suas atividades profissionais como servente de pedreiro. Posteriormente trabalhou como ferreiro, carpinteiro, além de

várias outras áreas ligadas à construção civil, chegando até a função de pedreiro que exerce até hoje. Meu entrevistado, atualmente, está executando uma obra no V Comando Aéreo Regional, prestando serviços para a empresa Schneider e Berte Construção Civil Ltda. de Porto Alegre.

Ele me relatou que o método que utiliza para confeccionar as tesouras depende da finalidade à qual se destina, bem como do tipo de telha que será utilizado no telhado.

Para me fazer compreender melhor, seu Valdir exemplificou:

A construção das tesouras vai depender da necessidade do cliente. Se tiver que colocar uma caixa d'água embaixo do telhado, a altura tem que ser maior, tendo o telhado uma inclinação maior. Se a telha usada for à francesa, tem que ser bem inclinado, uns 15% mais ou menos, mas se for de "brasilit" não precisa ser muito. Aí para construir eu tiro a medida da largura da casa e vejo quanto eu quero de inclinação, se for 15%, a altura dela vai ter 15% do comprimento. Daí no chão eu tiro todas as medidas das outras partes e construo ela.

Desta forma, com base nas entrevistas realizadas com os pedreiros e com o engenheiro, constatei que existe um método padrão convencional entre os engenheiros e vários métodos de confecção realizados pelos pedreiros. É importante destacar que cada pedreiro adota um procedimento diferente que atende a situação vigente. Esse fato foi por mim observado através das falas de todos os entrevistados. Alguns métodos divergiam em algum momento. Tal contingência pode, talvez, ser explicada pelo fato de que todo saber nasce a partir da prática e da experiência e é expresso por diferentes linguagens. Contudo, constatei que, tanto para produzir tesouras, como para outras atividades do setor, cada profissional aplica uma forma diferente de realizar a tarefa, onde geralmente se obtém o mesmo resultado.

No decorrer da conversa, solicitei ao seu Valdir informações sobre a quantidade de tijolos a serem empregados por cada metro quadrado a ser utilizado na construção de uma parede. Ele me relatou que tem conhecimento da quantidade de tijolos, a partir do tipo de tijolos que serão utilizados. Assim, se forem tijolos com seis furos serão necessários 36 blocos por metro quadrado de parede. Já, se a parede for composta por tijolos maiores, conhecidos como "gauchão", serão necessários em torno de 30 para cada metro quadrado. Desse modo, seu Valdir afirmou que, inicialmente, determina a área da parede a ser construída e após multiplica pela quantidade de tijolos por metro quadrado que será utilizado, obtendo, assim, o valor total de tijolos.

Sendo assim, através dessa imersão em canteiros de obras, juntamente com o contato direto com esses profissionais, foi possível estabelecer relações entre as linguagens que emergem durante as práticas. Percebi a existência de usos de linguagens técnicas formais entremeadas em falas que mencionavam uso de meios de quantificação informal, ou seja, distanciavam-se do rigor e da precisão da matemática acadêmica. Tais situações podem ser levadas para serem examinadas no âmbito de sala de aula no sentido de dar visibilidade a avaliar também os conhecimentos construídos em locais exteriores à escola.

Tendo trazido para discussão usos quantitativos que nascem durante as práticas sociais exercidas no campo da construção civil, na próxima etapa desse trabalho teço algumas considerações finais sobre a pesquisa que poderão se configurar em possíveis conclusões sobre o estudo por mim realizado.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa que denominei de *A Produção de Conhecimentos Matemáticos em Situações Práticas na Construção Civil* recebe, neste espaço do trabalho, algumas considerações que se configuram em possíveis conclusões.

Ao dar início a este estudo me debrucei sobre obras que abordavam sobre a Educação Matemática. A perspectiva de investigação que, particularmente, chamou minha atenção foi a Etnomatemática. A Etnomatemática pode ser compreendida como uma proposta de pesquisa que permite articular saber acadêmico e saber cotidiano de modo que se possa discutir as potencialidades e limitações de alguns saberes nos distintos contextos sociais. Neste sentido ela oferece condições de compreender as diferentes racionalidades que se fazem presentes nas maneiras de somar, subtrair, multiplicar ou dividir e, conseqüentemente, atuar no mundo. Com efeito, esta perspectiva permite analisar os saberes informais e também dar visibilidade das aplicações desses em diferentes ações humanas. Deste modo, Etnomatemática ao voltar sua atenção aos saberes matemáticos presentes nos distintos contextos sociais estabelece relações entre as linguagens e significados que essas ferramentas podem exercer sobre as atividades humanas. Assim sendo, esta abordagem não tem a pretensão de valorizar um saber a partir do outro, ao contrário, ela tenta evidenciar que não existem verdades absolutas e formas únicas de produção de conhecimento.

Com auxílio de técnicas de inspiração etnográfica como entrevistas, diário de campo, gravações e imagens fotográficas, pude ter acesso a algumas informações sobre os saberes presentes nas práticas dos profissionais da construção civil.

Ao pesquisar as práticas dos profissionais da construção civil, procurei estabelecer relações com a matemática acadêmica e realizar uma análise que

buscou melhor compreender a produção de conhecimento que emerge no interior de seus trabalhos bem como as semelhanças e diferenças de linguagens que vão sendo construídas mediante a interação humana e as condições que circunscrevem o ambiente.

Assim sendo, minha iniciativa em examinar a matemática presente nas práticas dos profissionais da construção civil foi impulsionada pela expectativa de entender como se operacionalizam os cálculos e quais os significados sociais atribuídos aos mesmos na resolução de situações-problema no interior daquelas práticas. Deste modo o estudo me oportunizou observar que, dependendo da situação, normas são criadas para atender a determinadas conjunturas. Isso quer dizer que unidades de medidas e instrumentos de mensuração são produzidos para atender as diferentes tarefas que cercam as atividades dos profissionais e estas estão estreitamente associadas às conjunturas que as geram. Desta maneira, estive atento às estratégias que são postas a operar diante de diferentes situações.

De acordo com minhas observações, conceitos da Matemática Acadêmica se apresentam nas atividades dos profissionais da construção civil sem, contudo obedecer aos critérios e à linguagem referidos nos bancos escolares.

Minha pesquisa também indicou que os profissionais da construção civil detêm uma gama de conhecimentos que parecem ter sido obtidos através da observação e da experimentação. Nesses estão envolvidos sofisticados processos de cálculo que não atendem ao formalismo e aos algoritmos ensinados na escola. Porém, é esse saber, não sistematizado, que, freqüentemente, se faz presente em seus ofícios diários. Entre ferramentas criadas para uso local e imediato é possível perceber a utilização de instrumentos de medida sugeridos pelos órgãos oficiais. Neste sentido, foi possível constatar que o trabalho desses profissionais é atravessado por conhecimentos técnicos que se articulam com conhecimentos informais e são feitos usos de estratégias nas quais o improviso, a aleatoriedade e a limitada sistematização são constantes. Ao finalizar este trabalho, penso ser importante destacar que a pesquisa por mim realizada não só contribuiu para expandir meus horizontes e referenciais teóricos em relação aos processos de ensino, mas também me ofereceu ferramentas de análise que poderão contribuir para compreensão de outras práticas que envolvem os conhecimentos quantitativos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Mãos à obra**. São Paulo: ABCP, 1992. Folheto.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2005.

CARRAHER, David; SCHLIEMANN, Analúcia (Org.). **A compreensão de conceitos aritméticos: ensino e pesquisa**. São Paulo: Papyrus, 2003.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. São Paulo: Ática, 1998.

_____. Educação para uma sociedade em transição. São Paulo: Papyrus, 1999.

_____. Etnomatemática e educação. **Reflexão e ação**, Santa Cruz do Sul, v. 10, n. 1, p. 7-19 jan./jun. 2002.

_____. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001a.

_____. Prefácio. In: MONTEIRO, Alexandrina; POMPEU, Geraldo. **A matemática e os temas transversais**. São Paulo: Moderna, 2001b. p.7-10.

DUARTE, Cláudia Glavan. Implicações curriculares a partir de um olhar sobre o "Mundo da construção civil". In: KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio Jose. **Etnomatemática, currículo e formação de professores**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2006. p.183-202.

FÉLIX, Vanderlei Silva. **Educação matemática: teoria e prática da avaliação**. Passo Fundo: Clio Livros, 2001.

FERREIRA, Eduardo Sebastiani. Os índios Waimiri-Atroari e a etnomatemática. In: KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio Jose. **Etnomatemática, currículo e formação de professores**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2006. p. 70 – 88.

HALMENSCHLANGER, Vera Lucia da Silva. **Etnomatemática: uma experiência educacional**. São Paulo: Summus, 2001.

KLÜSENER, Renita. **Aritmética nas séries iniciais: O que é? Para que estudar? Como ensinar?** Porto Alegre: Pró-Reitoria de Extensão da UFRGS, 2000.

KNIJNIK, Gelsa. Educação matemática, exclusão social e política do conhecimento. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, SP, v. 14, n. 16, p. 12-28, out. 2001.

_____. Educação matemática: o profano e o sagrado no currículo escolar. In: COLÓQUIO SOBRE QUESTÕES CURRICULARES, 5., 2002, Braga; CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO, 1., 2002, Braga. **Anais...** Braga: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.

_____. Etnomatemática e politicidade da educação matemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ETNOMATEMÁTICA, 1., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2000. v. 1. p. 33-43.

_____. Educação matemática e os problemas da vida real. In: CHASSOT, Attico; OLIVEIRA, Renato José (Org.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Unisinos, 1998. p. 119-134.

_____. **Exclusão e resistência:** educação matemática e legitimidade cultural. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

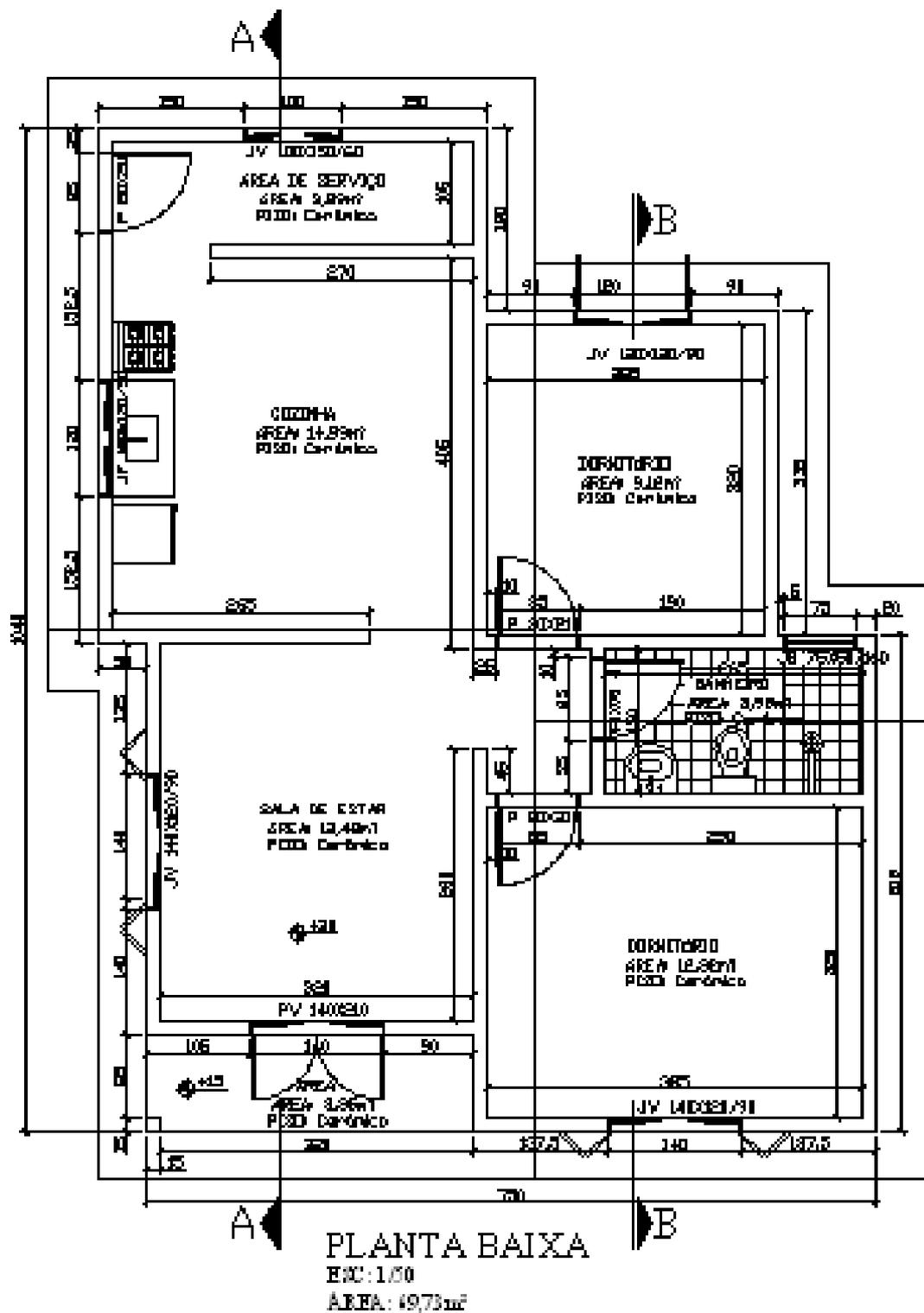
MONTEIRO, Alexandrina; POMPEU JUNIOR, Geraldo. **A matemática e os temas transversais**. São Paulo: Moderna, 2001.

NUNES, Terezinha; BRYANT, Peter. **Crianças fazendo matemática**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

NUNES, Terezinha et al. **Educação matemática:** números e operações numéricas. São Paulo: Cortez, 2005.

PCNs MATEMÁTICA. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/didaticos_e_tematicos/pcns_matematica>. Acesso em: 18 maio 2008.

APÊNDICE A – Exemplo de planta baixa



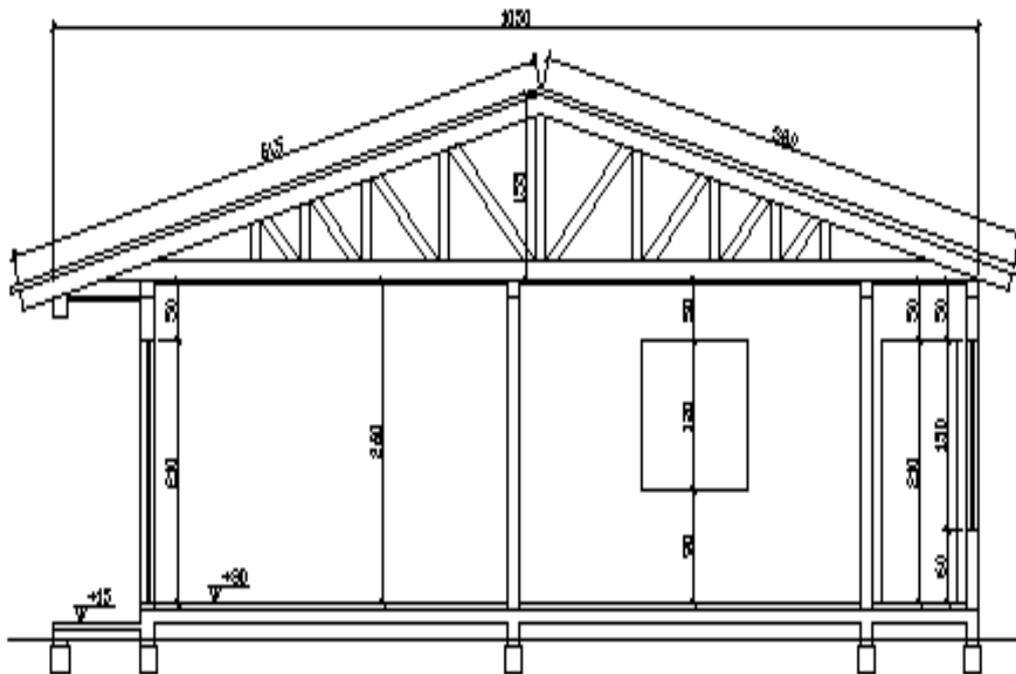
Fonte: Autoria própria, 2008.

APÊNDICE B - Traço de materiais utilizados por pedreiros na produção da argamassa e do concreto

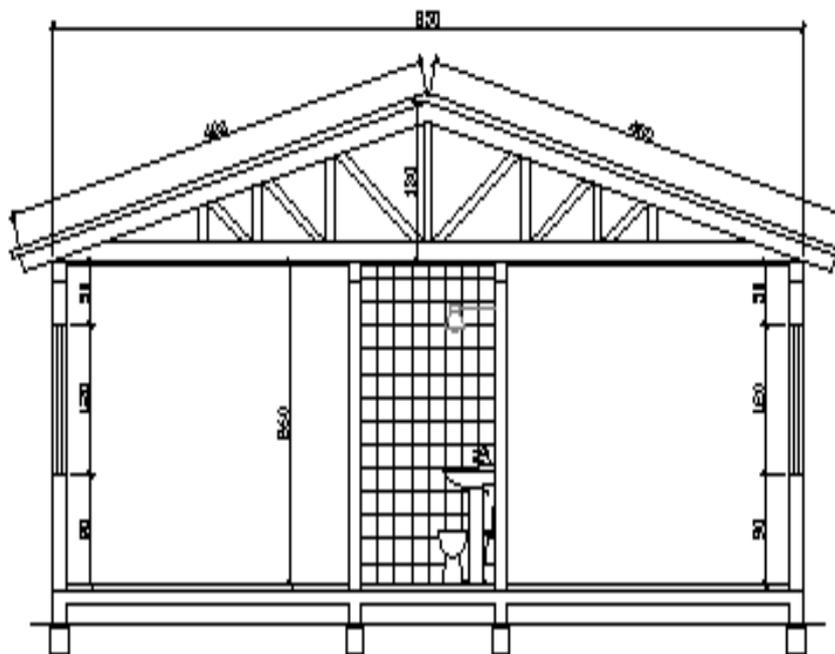
APLICAÇÃO	TRAÇO	RENDIMENTO APROXIMADO
Fundação	1 Balde de Cimento 3 Baldes de Areia 3 Baldes de Brita	Variável
Assentamento de tijolos	1 Balde de Cimento 4 Baldes de Areia	1m ²
Revestimento de paredes	1 saco de Cimento de 50 Kg 2 sacos de cal de 20 Kg 40 pás de areia	5m ²
Pisos	1 Saco de Cimento 3 carrinhos de areia	3m ²

Fonte: Autoria própria, 2008.

APÊNDICE C - Exemplo de tesouras



CORTE A-A
ESC: 1/50



CORTE B-B
ESC: 1/50

Fonte: Autoria própria, 2008.

APÊNDICE D - Preparo do concreto



Fonte: Acervo particular do autor, 2008.