

**AS IMPLICAÇÕES DE UMA PRÁTICA DE MODELAGEM MATEMÁTICA  
DESENVOLVIDA A PARTIR DA COBERTURA DE UMA CASA**

**THE IMPLICATIONS OF A MATHEMATICAL MODELING PRACTICE  
DEVELOPED INVOLVING THE COVERAGE OF A HOUSE**

**LAS IMPLICACIONES DE UNA PRÁCTICA DE MODELACIÓN MATEMÁTICA  
DESARROLLADA A PARTIR DE LA CUBRIMIENTO DE UNA CASA**

REHFELDT, Márcia Jussara Hepp  
mrehfeld@univates.br  
Universidade Vale do Taquari

NEIDE, Italo Gabriel  
italo.neide@univates.br  
Universidade Vale do Taquari

WOLMIR, José Böckel  
wjbockel@univates.br  
Universidade Vale do Taquari

AZAMBUJA, Karina  
karinacbazambuja@gmail.com  
Universidade Vale do Taquari

**RESUMO** Este estudo apresenta os resultados obtidos no desenvolvimento de uma prática de modelagem matemática realizada em uma escola privada do interior do Rio Grande do Sul, com trinta e cinco alunos do segundo ano do ensino médio. Foi uma pesquisa qualitativa, com características de estudo de caso. A situação problema apresentada aos alunos esteve relacionada à cobertura de uma casa com telhas de fibrocimento. As atividades foram desenvolvidas em grupos, num período de dez horas de sala de aula, e os resultados foram socializados em sala de aula. Os professores atuaram como mediadores. Os resultados apontam que: a) os alunos construíram diferentes modelos matemáticos para resolver o problema; b) a escolha do tipo de telha foi baseada em custos, bem como em questões ambientais; e c) a validação de suas respostas foi feita através de desenhos ou com profissionais da área de construção civil. A atividade favoreceu o desenvolvimento de espírito crítico, autonomia e habilidades como o diálogo e o raciocínio lógico.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. Telhado. Telhas de fibrocimento.

**ABSTRACT** This study presents the results obtained in the development of a practice of mathematical modeling conducted in an inland private school of Rio Grande do Sul, with thirty-five students of the 2nd year of high school. It was a qualitative research, with case study characteristics. The problem situation presented to the students was related to the coverage of a house with asbestos cement tiles.

The activities were developed in cooperative interactions groups, utilizing a period of ten classroom hours. The results were socialized in the classroom. The teachers acted as mediators of the teaching process. The results point out that: a) students constructed different mathematical models to solve the problem; b) the choice of roof tile type was based on costs and environmental issues; and c) validation of their answers was done through drawings or with professionals in the civil construction area. The activity favored the development of critical spirit, autonomy and skills such as dialogue and logical reasoning.

**Keywords:** Mathematical Modeling. Roof. Asbestos-cement tiles.

**RESUMEN** Este artículo presenta los resultados obtenidos en el desarrollo de una práctica de modelación matemática realizada en una escuela privada del interior de Rio Grande do Sul, con treinta y cinco alumnos del segundo año de la enseñanza media. Fue una investigación cualitativa, con características de estudio de caso. La situación problema presentada a los alumnos estuvo relacionada con la cobertura de una casa con tejas de fibrocemento. Las actividades fueron desarrolladas en grupos, en un período de diez horas de clases, y los resultados se socializaron en el aula. Los profesores actuaron como mediadores. Los resultados apuntan que: a) los alumnos construyeron diferentes modelos matemáticos para resolver el problema; b) la elección del tipo de teja se basó en costes, así como en cuestiones medioambientales; y c) la validación de sus respuestas fue hecha a través de dibujos o con profesionales del área de construcción civil. La actividad favoreció el desarrollo de espíritu crítico, autonomía y habilidades como el diálogo y el raciocinio lógico.

**Palabras clave:** Modelación Matemática. Tejado. Tejas de fibrocemento

## 1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A matemática é a base para a maioria das ciências, haja vista que muitos fenômenos cotidianos podem ser descritos e estudados matematicamente, por meio de um processo denominado modelagem matemática. Chaves e Santos (2008), por exemplo, mencionam que a modelagem de sistemas reais, a partir da matemática, propiciou a construção de grande parte da ciência. Para Bassanezi (2006), o objetivo principal da utilização da matemática, em situações reais, consiste na possibilidade de extração de partes essenciais de determinada situação, na formalização em um contexto abstrato, de forma que o problema possa ser absorvido com economia de linguagem. "Desta forma, a matemática pode ser vista como um instrumento intelectual capaz de sintetizar ideias concebidas em situações empíricas que estão

quase sempre camufladas num emaranhado de variáveis de menor importância” (BASSANEZI, 2006, p. 18).

Segundo Biembengut e Hein (2003), a modelagem enfatiza a emergência de um modelo, cuja relevância e a significância irão depender do conhecimento matemático e da capacidade de simplificação que o indivíduo dispuser:

Modelagem Matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo. Este sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que para elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas (BIEMBENGUT; HEIN, 2003, p. 12).

Para Barbosa (2009), modelos são representações simplificadas, mentais ou não, de determinada situação ou objeto. Ainda de acordo com o autor, os modelos passaram a ser aceitos e utilizados pela comunidade científica com o advento da ciência moderna, tornando-se indispensáveis em práticas científicas. Para Granger (1969) *apud* Biembengut e Hein (2007, p. 11), "o modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacioná-la com algo já conhecido, efetuando deduções", de tal forma que a noção de modelo esteja relacionada a quase todas as áreas do conhecimento.

Gilbert, Boulter e Elmer (2000) *apud* Barbosa (2009, p. 2) classificaram os modelos quanto a sua representação em:

concreto, o qual envolve materiais manipuláveis; verbal, que consiste de descrições de um sistema; visual, o que envolve gráficos, diagramas, animações, etc.; gestual, o que envolve uso do corpo ou partes do corpo; e finalmente, a simbólica, que consiste de representações pictóricas, fórmulas, expressões matemáticas.

O modelo simbólico, definido por Gilbert, Boulter e Elmer (2000) *apud* Barbosa (2009) e utilizado nesta investigação, consiste basicamente em modelos matemáticos que Bassanezi (2006) define como conjunto de equações ou estruturas matemáticas, elaboradas para resolver determinado fenômeno, seja ele social, psicológico, físico, conceitual ou outro modelo matemático. Davis e Hersh (1996) *apud* Bassanezi (2002, p. 174) ressaltam que um modelo jamais pode ser

considerado verdadeiro ou falso, pois "a utilidade de um modelo está precisamente em seu sucesso de imitar ou predizer o comportamento do Universo".

E para que ocorra a emergência de modelos matemáticos, é necessário que os indivíduos sejam confrontados com situações-problema da realidade, cabendo a eles encontrar uma resposta. Esse processo de enfrentamento e descrição de uma realidade, observada à luz de crenças, valores e aceções, é o que diversos autores chamam de modelagem matemática. De acordo com Tortola e Almeida (2013), uma situação-problema pode ser desenvolvida por meio do ciclo ou dinâmica da modelagem matemática, que é passagem da situação inicial (situação-problema) para a situação final, isto é, para a resolução do modelo. Os autores destacam algumas fases relevantes deste procedimento:

[...] a coleta de dados e informações, a definição de variáveis, a formulação de hipóteses, a realização de simplificações, as transições entre a linguagem natural do fenômeno e a linguagem matemática, a obtenção e validação de um modelo matemático e a comunicação dos resultados obtidos na investigação (TORTOLA; ALMEIDA, 2013, p. 7).

À luz de alguns autores, a modelagem matemática pode ser desenvolvida, sob diferentes ópticas. Analisando-a sob a perspectiva de uma ferramenta pedagógica, a escolha do problema é importante para garantir o bom andamento e o desenvolvimento da atividade, de forma que os alunos se sintam envolvidos pela situação-problema em questão, como afirma Burak (2010, p. 21):

Conhecer mais sobre o tema, buscar informações no local onde se localiza o interesse do grupo de pessoas envolvidas, além de se constituir em uma das premissas para o trabalho nessa visão de Modelagem é uma etapa importante na formação de um estudante mais crítico.

Para Bassanezi (2006, p. 38)

A modelagem no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas caminha seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno como seu ambiente natural (BASSANEZI, 2006, p. 38).

No entanto, cabe ao professor orientar as investigações para facilitar a obtenção de dados que podem ser impetrados por meio de visitas a determinados locais, de bibliografias que podem ser consultadas, entre outras diferentes formas.

Se o professor for iniciante no processo de exploração da modelagem matemática, sugere-se a escolha de um único tema para o grupo envolvido. Contudo, à medida que o docente vai se familiarizando, poderá desenvolver várias temáticas ao mesmo tempo. Isso tende a tornar a atividade mais interessante para os alunos e mais desafiadora para o professor.

É relevante mencionar que essas atividades devem ser desenvolvidas, preferencialmente, em pequenos grupos, como apontam Bassanezi (2002) e Almeida, Silva e Vertuan (2012). Para esses autores, as atividades de modelagem matemática são essencialmente cooperativas, cabendo ao professor a orientação e a mediação do processo de aprendizagem. Dessa forma, as trocas de informações nos processos cooperativos, entendidos como operações com o outro, fortalecem a construção de conhecimentos, fazendo com que o aluno seja capaz de compreender conceitos e fazer-se compreender pelos colegas.

Outro aspecto proeminente na modelagem matemática diz respeito às dificuldades encontradas pelo professor na condução das atividades, que podem estar relacionadas tanto a pouca experiência do docente quanto a não familiarização desta metodologia pelos alunos. Nesse sentido, Barbosa (2001, p. 2) sugere que o ambiente pode ser configurado em três níveis não excludentes:

Nível 1 – Trata-se da problematização de algum episódio real. A uma dada situação, associam-se problemas. A partir das informações qualitativas e quantitativas apresentadas no texto da situação, o aluno desenvolve a investigação do problema proposto.

Nível 2 – O professor apresenta um problema aplicado, mas os dados são coletados pelos próprios alunos durante o processo de investigação.

Nível 3 – A partir de um tema gerador, os alunos coletam informações qualitativas e quantitativas, formulam e solucionam problemas.

O autor recomenda a utilização do Nível 1 para professores e estudantes que pouco conhecem a metodologia. Com o passar do tempo, com a familiarização da metodologia, pode-se empregar o Nível 2 e 3. Assim, o professor aumenta o grau de abertura dos alunos e estes vão assumindo a condução das atividades desenvolvidas em sala de aula.

Tendo como objetivo observar como os alunos solucionam uma situação-problema de cobertura de uma casa com telhas do tipo fibrocimento, foi realizada uma prática de modelagem matemática com alunos do segundo ano do ensino médio em uma escola privada localizada no Vale do Taquari. O planejamento foi

realizado pelos integrantes de um grupo de pesquisa que incluem a professora titular da turma e os pesquisadores da área de ciências exatas, vinculados a uma universidade, localizada no sul do Brasil.

A referida escola tinha, à época da prática, trinta e cinco alunos matriculados no segundo ano do ensino médio. Trata-se de uma escola comunitária que foi fundada sobre os pilares da fé cristã, do conhecimento das ciências, da disciplina do trabalho, da organização, da valorização do ser humano e da cultura. No que tange ao ensino médio, ela educa os alunos para as escolhas da vida, priorizando a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. O aluno ainda é estimulado a realizar pesquisas e a pensar sobre o mundo do trabalho. Ainda de acordo com a escola, os processos de ensino e de aprendizagem também visam preparar os alunos para diferentes vestibulares e para o Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM).

Com base nesses princípios, a equipe de pesquisadores entendeu que uma prática de modelagem matemática poderia fomentar a pesquisa, o pensamento crítico, bem como motivar o seguimento de alunos em estudos na área das Ciências Exatas. Nesse cenário, o objetivo deste artigo é apresentar os resultados oriundos de uma prática que consistiu em calcular a quantidade de telhas para cobrir uma residência utilizando telhas de fibrocimento. Cabe salientar que este tipo de telha é largamente comercializado na região para construção de casas com menor custo. Contudo, seu uso é proibido em muitos países.

Tendo em vista a não familiarização da metodologia da modelagem matemática pelos alunos, optou-se por adotar a modelagem de nível dois, de acordo com Barbosa (2001), já descrita anteriormente. Portanto, a situação-problema foi apresentada aos alunos, cabendo a estes buscar os dados, propor a solução do problema e socializar os resultados junto aos colegas, aos professores pesquisadores, bem como à professora titular da turma.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa desenvolvida é de natureza qualitativa, com aproximações de estudo de caso. Para Moreira (2011), este tipo de pesquisa pressupõe uma

realidade socialmente construída, que depende da mente humana. De acordo com Gatti e André (2010, p. 30), “a abordagem qualitativa defende uma visão holística dos fenômenos, isto é, que leve em conta todos os componentes de uma situação em suas interações e influências recíprocas”. Ainda Moreira (2011) explicita que o objetivo deste tipo de pesquisa é a compreensão de um fenômeno social a partir da perspectiva dos pesquisadores, os quais focalizam os significados e as experiências, sendo a explicação interpretativa. Para desenvolver tal tipo de pesquisa, Moreira (2011) alude que podem ser usados, entre outros, estudos de caso e observação participante. Dessa forma, o pesquisador está imerso em seu fenômeno de interesse, faz anotações, ouve, observa, registra, documenta, busca significados e interpreta. A retórica é descritiva e faz uso de transcrições, documentos, exemplos e comentários interpretativos (MOREIRA, 2011).

Com base nessa abordagem metodológica, os dados desta pesquisa foram coletados a partir do diário de campo dos pesquisadores, de gravações em áudio realizadas em todos os encontros, da filmagem das apresentações dos trabalhos, dos relatórios apresentados e do questionário de avaliação respondido pelos alunos envolvidos. As gravações em áudio e vídeo foram todas transcritas e, posteriormente, analisadas e incorporam a análise dos dados.

Especificamente, a prática foi desenvolvida em dez encontros. As atividades exploradas, bem como os instrumentos utilizados, estão sinteticamente descritas no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas

<b>Tempo em aulas</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b>
- 1 aula	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rápida explicação acerca da metodologia que seria usada (modelagem matemática).</li><li>- Explanação da situação-problema.</li><li>- Entrega da situação-problema (vista frontal da casa com as devidas dimensões).</li><li>- Divisão dos alunos em grupos de 4 a 5 alunos.</li><li>- Discussão em grupo do plano de estratégias usadas na solução do problema.</li></ul>	Diário de campo
- 1 aula	<ul style="list-style-type: none"><li>- Escuta do planejamento – cada grupo apresentou individualmente para os pesquisadores as suas estratégias.</li></ul>	Diário de campo e gravador
- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Busca das soluções do problema e aplicação de fórmulas.</li></ul>	Diário de campo e gravador.

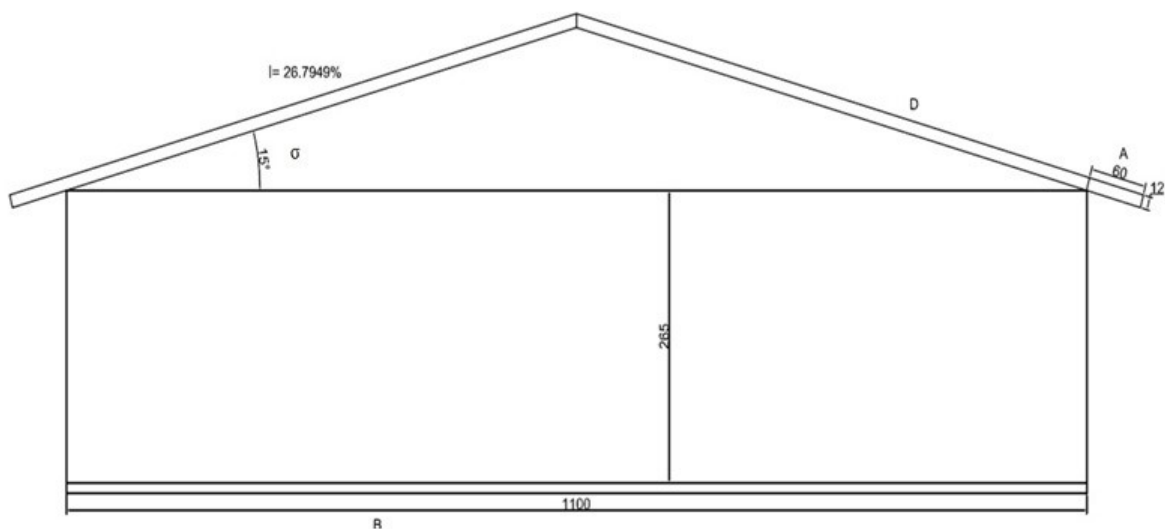
- 2 aulas	- Desenvolvimento da apresentação.	Diário de campo
- 1 aula	- Desenvolvimento da apresentação.	Diário de campo
- 2 aulas	- Apresentação dos trabalhos e discussão de resultados encontrados de cada grupo.	Filmadora, gravador, relatórios, diário de campo
- 1 aula	- Aplicação do questionário de avaliação.	Questionário de avaliação

Fonte: Pesquisadores, 2016.

## 2.1 A SITUAÇÃO-PROBLEMA E O PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

A situação-problema (Figura 1) consistiu em propor uma solução para a cobertura de uma casa de alvenaria utilizada para residência, de 11,0 m de comprimento e 8,0 m de largura, em que foram empregadas telhas de fibrocimento de tamanhos variados. Os alunos deveriam levar em consideração aspectos como custo, exequibilidade na colocação do telhado escolhido e outros aspectos que julgassem relevantes.

Figura 1: Vista frontal da casa



Fonte: Pesquisadores, 2016.



Segundo Henriques *et al* (2014), o fibrocimento é um exemplo de material cimentício muito utilizado na produção de telhas e caixas d'água. Em sua forma original, contém cimento, amianto e água. Um exemplo de casa coberta com telhas de fibrocimento encontra-se na Figura 2.

Figura 2: Casa popular com cobertura de telha de fibrocimento



Fonte: [http://www.brasilit.com.br/sites/default/files/catalogos\\_folhetos/Folheto-TelhasDeFibrocimento-Brasilit\\_7.pdf](http://www.brasilit.com.br/sites/default/files/catalogos_folhetos/Folheto-TelhasDeFibrocimento-Brasilit_7.pdf)

As telhas de fibrocimento são fabricadas em vários tamanhos e espessuras. Em geral, são versáteis e apresentam como diferencial a possibilidade de vencer grandes vãos com menos apoios intermediários. Em função disso, há uma redução de custo, em termos de materiais e mão de obra, sendo facilmente encontradas em casas populares.

Após esclarecer a situação-problema e o tipo de telha que foi proposto para cobrir a casa, cabe descrever como foi realizada a exploração do problema propriamente dito, em sala de aula. Conforme o cronograma do Quadro 1, no primeiro dia, houve o contato com a turma, sendo que neste momento foi explicitada a metodologia da modelagem matemática. Também foi lhes apresentada a situação-problema com o intuito de propor claramente o problema a ser resolvido. Foi comentada a necessidade da validação dos modelos encontrados. A partir desse momento, os pesquisadores restringiram-se a mediar e orientar as discussões e problematizar com os alunos quais dados deveriam ser coletados para solucionar o problema proposto. Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 24), “orientar é

indicar caminhos, é fazer perguntas, é não aceitar o que não está bom, é sugerir procedimentos é não dar respostas prontas, tampouco sugerir que o aluno siga exemplos”.

Para que houvesse um planejamento exequível na solução do problema apresentado aos alunos, no segundo encontro, os pesquisadores ouviram as estratégias traçadas por cada grupo, mas sem compartilhamento de informações entre os grupos, pois se pretendia observar a emergência de diferentes modelos e soluções. Como o número de observadores era significativo, cada integrante da pesquisa ouviu um ou dois grupos de alunos. Na sequência, as aulas foram destinadas para a matematização e interpretação do modelo matemático, individualmente, em cada grupo. Em todos os momentos, incluindo os usados em horário extraclasse, os alunos tiveram a possibilidade de buscar informações pertinentes para a elaboração dos modelos, tais como custo das telhas, espessura, resistência, entre outros, que levariam à solução do problema, assim como para a etapa da validação dos mesmos.

Os professores pesquisadores não estiveram presentes nos períodos destinados para a preparação das apresentações dos grupos (4º e 5º encontros) e no dia da aplicação do questionário de avaliação (8º encontro). Tais momentos foram mediados pela professora titular com a qual já vinham tendo aulas regularmente.

A culminância da atividade em si se deu com a apresentação dos trabalhos, momento em que foram socializados os modelos matemáticos que emergiram. A socialização ocorreu por meio de *slides* ou vídeos. No final, os alunos entregaram, ainda, um relatório contendo a solução proposta. Segundo Biembengut e Hein (2007), a validação e extensão dos trabalhos desenvolvidos pode-se dar por meio da avaliação da solução, da divulgação do trabalho aos colegas da turma e da entrega de um relatório.

### **3 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A descrição dos resultados encontrados está embasada nos relatórios elaborados, nos *slides* apresentados, nas falas e nas discussões que ocorreram

entre os alunos no decorrer das aulas, as quais foram gravadas, transcritas e analisadas. Para fins de preservar o anonimato dos sujeitos envolvidos, seus nomes foram codificados. Os alunos foram denominados por A1, A2, e assim por diante; os professores, por P1, P2, P3 e P4; e os grupos de alunos, por G1, G2, e assim sucessivamente. A análise de dados inicia com os saberes matemáticos que emergiram com a prática pedagógica.

A partir dos relatórios desenvolvidos pelos grupos e entregues ao final da prática, elaborou-se o Quadro 2, apresentado a seguir, com alguns elementos relevantes para a solução do problema, tais como a espessura e os tamanhos das telhas, os transpasses longitudinal e lateral entre elas e as justificativas por ter tomado tal escolha.

Quadro 2: Dados utilizados pelos grupos em suas respectivas justificativas.

GRUPO	ESPESSURA DA TELHA (em mm)	TAMANHO DA TELHA (em m)	JUSTIFICATIVA	TRANSPASSE (em cm)	JUSTIFICATIVA
1	Não entregou relatório				
2	Não mencionou	0,92 X 1,10	Dimensões encontradas <i>online</i>	5	Valor de transpasse calculado por meio da dimensão das telhas diminuída da dimensão útil, ambas encontradas <i>online</i> .
3	6	2,13 x 1,10 e 2,44 x 1,10	Telhas mais espessa, mais resistente. Uso de mais de um tamanho de telha possibilita montagem sem sobras.	12 (vertical) e 10 (horizontal)	Informação de um profissional da área.
4	5	2,44 x 0,92	Não justificou.	8 e 15	Transpasse nesses valores para melhor aproveitar as telhas.
5	5	2,00 x 1,10	Pesquisa em lojas de material de construção.	10	Não justificou.
6	Não mencionou	2,44 x 1,10 e 1,53 x 1,10	Uso de mais de um tamanho de telha para possibilitar a montagem sem sobra.	10	Transpasse nesse valor para não haver sobras.
7	6	2,13 x 0,5	Dimensões encontradas <i>online</i> .	15 (vertical) e 5,88235 (horizontal)	Não justificou.

8	Não mencionou	2,44 x 1,10 e 2,13 x 1,10	Dimensões encontradas <i>online</i> .	5	Não justificou.
9	6	3,30 x 1,064	Recomendação do engenheiro consultado.	14	Valor utilizado devido à inclinação do telhado.

Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

Um dos primeiros passos realizados pelos integrantes da maioria dos grupos, conforme consta nos relatórios entregues, foi a escolha da espessura e do tamanho da telha. Alguns não atentaram para a espessura, embora todos citassem a largura utilizada. A explicação para isso é que a espessura não influencia no cálculo do número de telhas, diferentemente do tamanho da telha, que influencia diretamente no cálculo. Dos oito grupos, cinco levaram-na em consideração, o que foi motivo de discussões, como se ilustra a seguir: “Procuramos uma telha na *internet* que nos agradasse e que fosse de boa qualidade, pois não queríamos ter problemas em um futuro próximo em nosso telhado, então por fim, utilizamos as medidas fornecidas e calculamos” – relatou o grupo 2 ao justificar a escolha de telha, sem levar em consideração sua espessura. Já o grupo 3 considerou a espessura alegando: “Com relação à espessura das telhas, existem três tamanhos: 4 mm, 5 mm e 6 mm. Nós optamos em usar 6 mm, pois mesmo pagando um pouco a mais, vale a pena comprá-la, já que ela é muito mais resistente que as finas”. A espessura da telha garante ao telhado mais resistência e vida útil. Assim, quanto mais espessa a telha, menos danos à ação do tempo – como chuva e sol – irá lhe causar.

O grupo 7 também se preocupou com a resistência do telhado e com o valor adicional que isso poderia acarretar no custo total. O grupo apresentou duas propostas de telhas, porém optou em usar a segunda por ser uma telha mais espessa que duraria mais do que a primeira opção: “A segunda opção leva em consideração o fator de resistência sendo uma versão de 6 mm de espessura, porém com custo mais elevado”. Entretanto, o grupo não descartou a hipótese de algum cliente poder usar a primeira opção, conforme relatado na passagem:

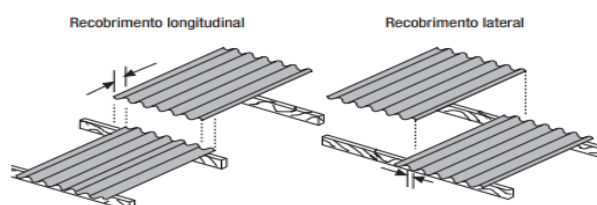
*O segundo telhado por nós apresentado seria mais rentável pelo fato de seu tempo de duração ser maior do que a primeira opção apresentada. Porém, dependendo das condições financeiras do proprietário, ele pode optar pela primeira opção, mas ele terá que futuramente repor esse telhado, o que com a segunda opção ocorrerá posteriormente (Grupo 7).*

Ao analisar as explicações dos discentes como um todo, o grupo de pesquisa questionou-se acerca do motivo pelo qual alguns alunos desprezaram a espessura da telha. Uma das hipóteses conduz os pesquisadores a corroborar com as ideias de Bassanezi

(2015, p. 11) que afirma: “no ensino tradicional, o objeto de estudo se apresenta quase sempre bem delineado, obedecendo a uma sequência predeterminada, com um objetivo final muito claro”. Nesse sentido, de acordo com o autor, a modelagem matemática pode ser um caminho para exercer a criatividade nas aplicações matemáticas, bem como na formulação de problemas originais. De forma complementar, Barbosa (2003) enfatiza que numa situação de modelagem matemática, o aluno está diante de um problema e não um exercício.

Quanto ao transpasse, todos os grupos adotaram-no, porém com valores diferentes. O transpasse, mais conhecido como recobrimento na construção civil, é feito nos dois sentidos do telhado (Associação Brasileira da Construção Metálica, 2009). O recobrimento longitudinal é a sobreposição das telhas no sentido de seu comprimento. O recobrimento lateral, por sua vez, é a sobreposição das telhas no sentido de sua largura, conforme pode ser observado na Figura 3. O uso de diferentes valores de transpasse ocorreu em função das diversas fontes de pesquisa: em *sites da internet*, verificação com profissional da área, melhor aproveitamento da telha para não haver corte e inclinação do telhado. Cabe salientar que essa temática foi fomentada pelos pesquisadores para que os alunos não a esquecessem em seus cálculos.

Figura 3. Ilustração das formas de recobrimento de um telhado.



Fonte: <http://www.brasilit.com.br/>

Quanto ao transpasse, o grupo 3 descreveu: “falamos com o pai da integrante do nosso grupo, que é proprietário da construtora  $X^1$ , da cidade. Ele nos explicou que o transpasse vertical necessário das telhas é de, no mínimo, 12 cm e o horizontal é de 10 cm”.

O grupo 9 relatou:

*O grupo, com o auxílio de um engenheiro, decidiu escolher a telha ondulada  $Y^2$ , pois além de ser recomendada para telhados com baixa inclinação, tem suas dimensões favoráveis para um bom aproveitamento e menor número*

---

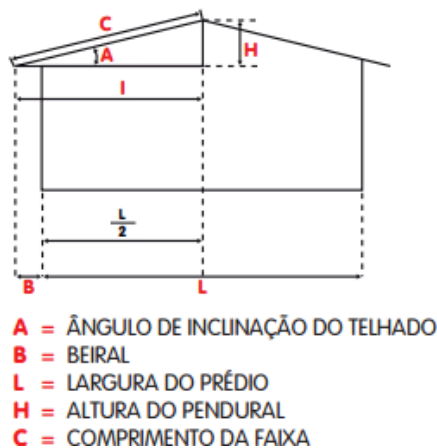
<sup>1</sup> Assim denominada para preservar o anonimato.

<sup>2</sup> Nome fictício de uma marca de telha.

de material. Utilizando 14 cm de transpasse para esse tipo de telha, devido à inclinação da mesma ser acima de 10°, foram calculadas 9 telhas no comprimento, mais 2 na largura, totalizando 18 telhas para cada um dos dois lados do telhado.

Conforme descrito, o grupo se fundamentou na inclinação do telhado para determinar o valor de transpasse. Conforme a empresa Precon Goiás (FIGURA 4), a inclinação pode ser definida como o ângulo que as telhas de uma cobertura fazem com o plano horizontal. Também pode ser chamada como ângulo de caída, e é usual na área da construção que seja dada em porcentagem de inclinação.

Figura 4: Ilustração da inclinação de um ângulo



ÂNGULO A EM %

$$A = \frac{H \times 100}{I} \quad C = I \times F$$

ONDE

$$I = (\text{LARGURA DO PRÉDIO} + 2) + \text{BEIRAL}$$

ÂNGULO A - EQUIVALÊNCIA ENTRE % E GRAUS

EM (%)	EM GRAUS (°)	F FATOR / SEC
9 - 11	5°	1.0038
12 - 20	10°	1.0154
21 - 29	15°	1.0353
30 - 38	20°	1.0642
39 - 49	25°	1.1034
50 - 60	30°	1.1547

Fonte: [https://www.google.com.br/?gws\\_rd=ssl#q=defini%C3%A7%C3%A3o+de+recobrimento+de+telhas&](https://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=defini%C3%A7%C3%A3o+de+recobrimento+de+telhas&)\*

No exercício proposto aos alunos, foi fornecida a inclinação das duas formas, em graus (15°) e em porcentagem (26,8%), corroborando a tabela de equivalência acima mencionada.

No que tange aos valores usados pelos grupos nos recobrimentos longitudinal e lateral, pôde-se observar que diferentes possibilidades foram usadas, como já mencionado. O intuito maior aqui não é discutir se esses números estão corretos, mas se foram inclusos pelos alunos e como isso influenciou na obtenção dos modelos matemáticos. Para Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 13), um modelo matemático é uma “tentativa de expor ou explicar características de algo que não está presente, mas que se torna presente por meio de um modelo”. Assim, de

acordo com os autores, um modelo matemático é um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem matemática.

Já os métodos de resolução da situação-problema foram tabulados e constam no Quadro 3. Foi observado nos grupos se eles: a) recorreram a fórmulas trigonométricas; b) haviam considerado as quatro abas, o que é normal numa residência; c) utilizaram diferentes tamanhos de telhas; d) ilustraram o passo a passo do cálculo do transpasse; e) consideraram a possibilidade de cortes nas telhas; f) validaram o modelo matemático, como sugerem Bassanezi (2015), Almeida, Silva e Vertuan (2013), Biembengut e Hein (2007) entre outros autores.

Quadro 3. Métodos utilizados pelos grupos para obtenção de resultados.

GRUPO	TRIGONOMETRIA	UTILIZAÇÃO DE QUATRO ABAS	DIFERENTES TAMANHOS DE TELHAS	TRANSPASSE DE TELHAS	PASSO A PASSO DO CÁLCULO DE TRANSPASSE	CORTE NAS TELHAS	VALIDAÇÃO COM PROFISSIONAL DA ÁREA	VALIDAÇÃO POR DESENHO	UTILIZAÇÃO DE OUTROS ITENS CONSTRUTIVOS
1	Não entregou relatório.								
2	X	X		X	X	X	X	X	
3	X		X	X	X		X		X
4	X	X		X		X			X
5	X	X		X					
6	X	X	X	X					
7	X			X	X		X	X	X
8	X	X	X	X					
9	X			X	X		X	X	X

Fonte: Grupo de Pesquisa, 2015.

A partir do Quadro 3, pode-se afirmar que todos os grupos aplicaram fórmulas trigonométricas para a descoberta das dimensões do telhado. Postula-se que tal situação

tenha ocorrido devido ao fato de a professora titular da turma ter desenvolvido esse tema recentemente com alunos, o que foi confirmado por ela.

Um exemplo de uso de fórmulas da trigonometria pode ser visto no cálculo demonstrado pelo grupo 4 (Figura 5):

Figura 5. Método de cálculo para resultado de área do telhado do grupo 4.

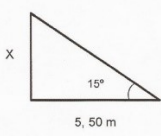
cos 15°= 0,9659  
0,9659= 5,5/ x  
X= 5,5 / 0,9659  
X= 5,6941  
Mais 60cm da aba do telhado → 6,29m  
A total= 9,20 x 6,3 x 2 ≈ 115,92

Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016

Como se pode ver na imagem anterior, por meio do cálculo, o grupo encontrou o valor do comprimento do telhado (5,6941m), mas sem o beiral. Em seguida, acrescentaram o tamanho da aba (60 cm) para obter o comprimento total do referido telhado (6,29m).

O grupo 7, por sua vez, utilizou uma relação trigonométrica diferente do grupo 4, seguida da aplicação do teorema de Pitágoras. O método pode ser observado nas Figuras 6 e 7.

Figura 6. Método de cálculo das dimensões do telhado do grupo 7.


$$\text{Tg } 15^\circ = \frac{X}{5,50}$$
$$0,267949 = \frac{X}{5,50}$$
$$X = 5,50 \cdot 0,267949$$
$$X = 1,4737195 \text{ m}$$
  
$$X^2 = 5,50^2 + 1,4737197^2$$
$$X^2 = 30,25 + 2,1718491$$
$$X^2 = 32,4218492$$
$$X = \sqrt{32,4218491}$$
$$X = 5,6940187 \text{ m}$$

Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

Figura 7. Método de cálculo da área do telhado do grupo 7.



Somando os 60 cm de sobra do telhado, que é utilizado para proteção contra chuvas, teremos o seguinte resultado:

$$5,6940187 + 0,60 = 6,2940187 \text{ m}$$

Esse é o comprimento total de uma das abas do telhado. Se levarmos em consideração as duas abas, teríamos:

$$6,2940187 \times 2 = 12,5880374 \text{ m}$$

Tendo o comprimento total do telhado, podemos calcular a área dele, que seria:

$$12,5880374 \times 8,00 = 100,7042992 \text{ m}^2$$

Fonte: Grupo de Pesquisa 7, 2016.

Após encontrar o valor da hipotenusa, o grupo 7 conseguiu calcular a área total do telhado, em  $\text{m}^2$ . No entanto, estes alunos não levaram em consideração as outras duas abas. Da mesma forma procederam os grupos 3 e 9. Cabe ressaltar que, se for utilizado uma aba em todos os lados no telhado, haverá um acréscimo de 1,2 metros em um dos dois sentidos do telhado, sendo este um valor elevado e que interfere no número de telhas que deverá ser comprado.

Em relação aos modelos matemáticos expressos pelos grupos 4 e 7, embora ambos obtivessem resultados próximos, observou-se um modelo mais simplificado e direto proposto pelo grupo 4, e outro mais explicitado em detalhes, usado pelo grupo 7. De acordo com Bassanezi (2015), um modelo matemático vem sempre carregado de interpretações e subjetividades do modelador. Assim, é compreensível ter ocorrido a emergência de diferentes modelos.

Ainda com base no Quadro 3, três dos nove grupos utilizaram combinações de diferentes tamanhos de telhas, assim nenhuma telha precisaria ser cortada, diminuindo as sobras na obra. O grupo 3 foi um dos grupos que detalhou diferentes opções de combinação de telhas (Figura 8), com seus respectivos preços e optou por uma combinação de menor custo. Tal fato pode ser observado no seguinte trecho descrito no relatório: "Para escolher as telhas a serem usadas na construção do telhado, nos baseamos em cinco tamanhos diferentes, cada um com seu respectivo preço".

Figura 8. Tabelas de possíveis combinações de telhas sem sobra de material feita pelo grupo 3.

36 telhas 2,44m=R\$1362,60 <u>18 telhas 1,83m=R\$511,02</u> TOTAL=R\$1873,62	36 telhas 1,83m=R\$1022,04 <u>18 telhas 3,06m=R\$856,80</u> TOTAL=R\$1878,84
<b>36 telhas 2,13m=R\$1188,00</b> <u>18 telhas 2,44m=R\$681,30</u> TOTAL=R\$1869,30	18 telhas 2,44m=R\$681,30 18 telhas 3,06m=R\$856,80 <u>18 telhas 1,22m=R\$341,64</u> TOTAL=R\$1879,74

Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

*Escolhemos a combinação de telhas destacada, pois ela é a mais vantajosa economicamente. Havíamos questionado também, ao escolher as telhas, se alguma era mais fácil de ser encontrada, ou se o valor da mão de obra mudava dependendo qual dos tamanhos seria usado ou se uma durava mais que a outra, mas segundo o construtor PROF1<sup>3</sup> isso não interfere.*

O grupo 3 relatou a escolha dos tamanhos de telha e justificou sua escolha – destacada em vermelho na Figura 8 – quanto ao preço, mas também validou sua escolha com um profissional.

Quanto à sequência de cálculos dos recobrimentos, somente quatro grupos apresentaram o passo a passo de seus cálculos. Dentre eles, podemos citar o grupo 2 que utilizou dados *online*, conforme verificado na citação: “Para descobrirmos o transpasse usado, já que o valor útil da telha já vinha fornecido pelo *site*, fizemos os seguintes cálculos” (Figura 9):

Figura 9. Método de obtenção de valor de transpasse do grupo 2.

$$\begin{aligned} 0,92 \text{ (largura total da telha)} - 0,87 \text{ (largura útil da telha)} &= 0,05 \\ 1,10 \text{ (comprimento total da telha)} - 1,05 \text{ (comprimento útil)} &= 0,05 \end{aligned}$$

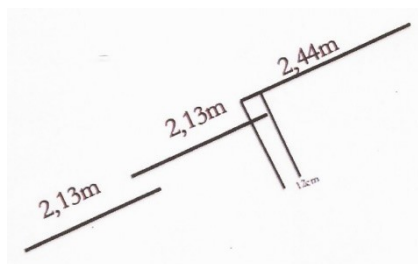
Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

---

<sup>3</sup> Nome do construtor preservado.

O grupo 3 se preocupou em não haver sobras de telha. Planejou uma combinação de diferentes tamanhos de telhas e o transpasse indicado por eles foi realizado por um profissional da área da construção civil. O grupo anexou em seu relatório a Figura 10, a qual exemplifica a montagem do telhado, com o transpasse de forma simples e visual.

Figura 10. Ilustração de transpasse de telhas feita pelo grupo 3.



Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

O modelo representado pelo grupo 3 não é uma expressão numérica, tampouco uma fórmula, mas sim uma representação em forma de desenho. Nesse sentido, autores como Biembengut e Hein (2003) e Almeida, Silva e Vertuan (2013) mencionam que existem diferentes formas de representar os modelos que, em síntese, são representações da realidade.

Somente dois dos nove grupos previram cortes nas telhas, ou seja, sobra de material na obra. A maioria conseguiu ajustar seus cálculos, seja pela forma de transpasse ou tamanho de telha a ser utilizado, para que não houvesse sobras. A opção dos sete grupos sem sobras de telhas merece destaque, pois cada vez mais é de suma importância um pensamento sustentável, principalmente na redução e aproveitamento dos resíduos. Segundo Doerr (2002), o desafio da sustentabilidade é complexo e inclui a forma com que são obtidos os recursos utilizados, como é atingido o seu aproveitamento máximo e considerada a eliminação da ideia de desperdício.

O grupo 2 destaca: “O que sobrar dessas 132 telhas vamos descartar, pois não existe nenhuma utilidade. Serão 12 telhas que teremos que adaptar e cortaremos 0,3 cm de cada uma para caber no telhado sem demais problemas”. Na prática, construir o telhado com sobras nas telhas (recobrimentos não exatamente

determinados) facilita a montagem, uma vez que pode ocorrer algum erro de medição e este poderá ser corrigido por essa sobra, mas também interfere na mão de obra, pois terá a necessidade de corte dessas telhas.

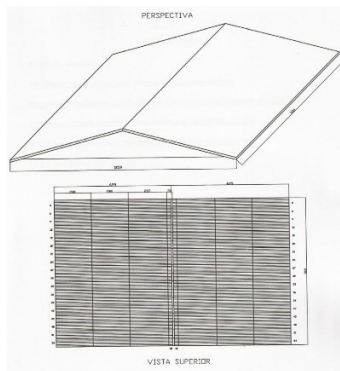
Outra etapa relevante no processo de modelagem matemática é a validação dos dados. Para tal, foi exigido dos alunos que eles validassem seus cálculos e pensamentos de alguma forma, podendo ser esta com um profissional da área. Para Bassanezi (2015, p. 22), “a validação de um modelo é um processo de aceitação ou rejeição deste” e isso ocorre pelo confronto dos dados reais com os do modelo.

O grupo 2 relatou:

*fomos atrás de um profissional da área de arquitetura para analisar e validar nosso projeto. Falamos com a arquiteta PROF2, lhe mostrando todo nosso trabalho, explicamos como procedemos para chegar no resultado final, e segundo ela, seria viável utilizar o número de telhas que queríamos, e que elas garantiriam uma boa ‘proteção’.*

Já o grupo 7 validou sua resposta por meio do desenho (FIGURA 11). Esse método também foi usado por dois outros grupos.

Figura 11. Validação por desenho do telhado em perspectiva e vista superior feita por grupo 7.

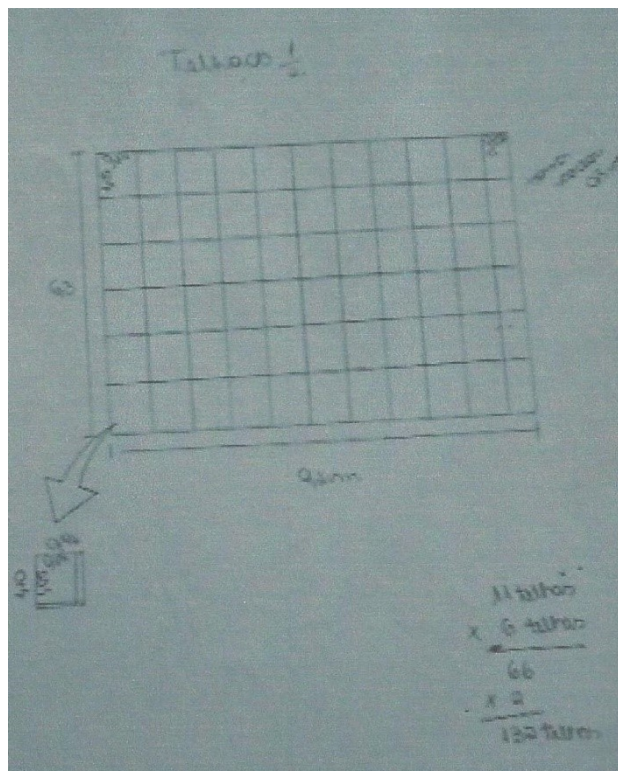


Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016

Pode-se observar que, na segunda parte do desenho, quando o grupo representa a vista superior, é possível ver todas as telhas desenhadas. Por meio dessa contagem, o grupo validou o número de telhas que havia informado. Para a construção desse desenho e, conseqüentemente, uma correta validação, os alunos aplicaram o conhecimento de “escala”.

Outro grupo – de número 2 – apresentou um desenho manual da metade do telhado. Dessa forma, foi possível visualizar o tamanho de cada telha e também as sobras previstas pelo grupo, conforme Figura 12.

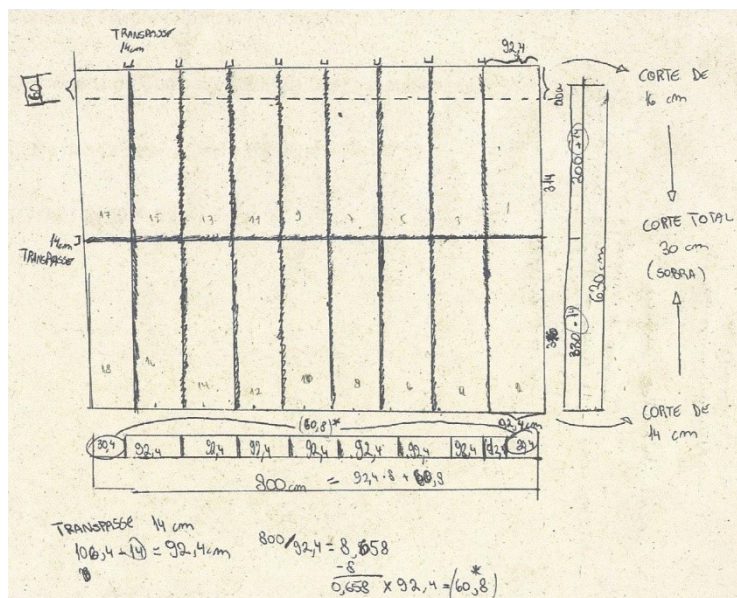
Figura 12. Desenho feito à mão de metade do telhado do grupo 2 para validar seus cálculos.



Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

O grupo 9 também apresentou um desenho feito a mão com os cálculos de dimensões de cada telha e cortes necessários, conforme observado na Figura 13, a seguir.

Figura 13. Desenho feito à mão do grupo 9 para validação de seus cálculos.



Fonte: Grupo de Pesquisa, 2016.

Embora fosse solicitada, a validação só foi realizada por três dos nove grupos. Novamente, pode-se postular que pensar e refletir acerca dos resultados obtidos não é algo habitual na escola. No entanto, na modelagem matemática,

o aluno se depara com a necessidade de comparação e distinção de ideias, generalização de fatos, articulação de conhecimentos de diferentes áreas. A ação cognitiva dos alunos nessa transição é caracterizada como interpretação e validação uma vez que diz respeito à análise da representação matemática associada ao problema, tanto em relação aos procedimentos matemáticos quanto em relação à adequação da representação para a situação (ALMEIDA, SILVA e VERTUAN, 2013, p. 18).

Para finalizar a análise do Quadro 2, serão discutidos outros aspectos ainda contemplados nos custos do telhado. Assim, quatro grupos expandiram seus conhecimentos e utilizaram, para fins de cálculo de custo, outros itens construtivos, como a utilização de cumeeiras<sup>4</sup> no centro do telhado, a fixação das telhas por parafusos e a mão de obra para construção do telhado. A concepção desses quatro grupos merece destaque, pois se dispuseram a pensar em uma situação mais próxima da realidade da construção civil. A modelagem matemática prevê justamente isso, ou seja, que o aluno depreenda-se com situações reais para que ele

<sup>4</sup> Cumeeiras são complementos do telhado. É uma telha com formato especial para fazer a cobertura do vão que surge da união de duas abas de um telhado.

possa desenvolver a questão de forma criativa. Segundo Biembengut e Hein (2003), um dos objetivos é desenvolver a criatividade nos alunos.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A situação-problema apresentada aos alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola privada esteve relacionada à cobertura de um telhado com telhas do tipo fibrocimento. O estudo foi desenvolvido num período de dez horas-aula, em grupos, de forma cooperativa, e os resultados socializados em sala de aula. Durante as atividades, houve a preocupação para que os professores assumissem o papel de orientadores e mediadores dos processos de ensino e de aprendizagem da matemática. Com isso, percebeu-se a importância de incentivar o aluno a desenvolver a autonomia na utilização de conhecimentos matemáticos na resolução de problemas cotidianos, bem como de perceber a importância da busca da validação das propostas.

Quanto aos resultados, pode-se mencionar que os alunos construíram diferentes modelos matemáticos para a resolução do problema, utilizando as fórmulas da trigonometria e o teorema de Pitágoras. Nem todos os grupos levaram em consideração a espessura das telhas, porém todos atentaram para os recobrimentos laterais ou longitudinais. Entende-se que essa heterogenia na busca de informações para proporem os modelos é de grande importância para que se desenvolva o espírito crítico e para que se promovam habilidades, tais como o diálogo e o raciocínio lógico no momento da socialização na construção dos modelos, bem como na apresentação destes para outros colegas e professores.

Alguns grupos preocuparam-se com aspectos ambientais, propondo que as telhas não deveriam ser cortadas para evitar a geração de resíduos. Dessa forma, propuseram transpasses maiores ou o uso de diferentes tamanhos de telhas sobre o telhado. Cabe salientar que, em nenhum momento, os alunos foram orientados a levar em consideração apenas os custos, mas que esses também deveriam ser observados.

No que tange à validação, nem todos os grupos a desenvolveram. Todavia, os grupos que a realizaram valeram-se tanto de desenhos, aplicando conhecimento

de escala, como de entrevistas a profissionais da área da construção civil. Pode-se perceber que isso possa ter relação com aulas nas quais os alunos resolvem exercícios ao invés de problemas, sendo desnecessários ou pouco usados os processos de validação das respostas. Também pode estar relacionado ao fato de estarem acostumados com o *feedback* provindo somente do docente.

Entende-se que diferentes resultados poderão emergir em atividades com outras turmas, haja vista que a modelagem matemática está enraizada em crenças, valores e percepções relacionadas com seus modeladores.

### **MÁRCIA JUSSARA HEPP REHFELDT**

Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora titular da Universidade Vale do Taquari – Univates e no mestrado em Administração na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atua na formação de professores e no grupo de pesquisa Práticas, Ensino e Currículos.

### **ITALO GABRIEL NEIDE**

Doutor em Ciências (ênfase Física Teórica) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pós Doutor pela Universität Duisburg-Essen. Desenvolveu colaborações na PUC-Chile e University of New Mexico. Professor do Centro Universitário UNIVATES, atuando nos cursos de graduação e no Mestrado em Ensino de Ciências Exatas. Bacharel e Mestre em Física.

### **WOLMIR JOSÉ BÖCKEL**

Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com ênfase em Química Analítica e Instrumentação Analítica. Mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor Adjunto na Universidade do Vale do Taquari, atuando em cursos de graduação e pós-graduação. Atuou em projetos de pesquisa nas áreas do Ensino de matemática e da Química Analítica. Atuou em projeto interdisciplinar de alimentos orgânicos com auxílio financeiro CNPq, e foi coordenador de projeto P&D em produtos alimentícios orgânicos.

### **KARINA AZAMBUJA**

Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Graduada em Matemática - Licenciatura



Plena pela Faculdade de Educação Ciências e Letras do Alto Taquari. Professora Assistente do Centro Universitário Univates e do Colégio Evangélico Alberto Torres.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. *Modelagem Matemática na Educação Básica*. São Paulo: Contexto, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. *Manual Técnico Telhas de Aço*. Edição 1, setembro 2009. Disponível em: <  
<http://www.abcem.org.br/upfiles/arquivos/publicacoes/manual-de-telhas.pdf>> . Acesso em

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. *Bolema*, Rio Claro. n.15, p.5-31, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003.

BARBOSA, J. C. Modelagem e Modelos Matemáticos na Educação Científica. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.2, n.2, p.69-85, julho/2009.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Contexto, 2006.

BASSANEZI, R. C. *Modelagem matemática teoria e prática*. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo, Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo, Contexto, 2007.

**BRASILIT**. Disponível em: <http://www.brasilit.com.br/>. Acesso em: 16 mai 2017.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. *Revista de Modelagem na Educação Matemática*. Vol.1, n.1, p.10-27, 2010.

CHAVES, M. I. de A.; SANTOS, A. O. do E. Modelagem Matemática: uma concepção e várias possibilidades. *Bolema*, Rio Claro – SP, Ano 21, nº30, p.149-161, 2008.

DOERR ARCHITECTURE. *Definition of Sustainability and the Impacts of Building*. Colorado, EUA, 2002. Disponível em: <[doerr.org/html/GreenChecklistResidential.doc](http://doerr.org/html/GreenChecklistResidential.doc)>. Acesso em

GATTI, B.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (Org.). *Metodologias da pesquisa qualitativa em educação*. Petrópolis: Vozes, 2010, p. 29-38.

GILBERT, J. K; BOULTER, C.J; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. Dordrecht, Kluwer. *Developing Models in Science Education*, p. 3-18, 2000.

GODOY, A. S. *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. São Paulo, 1995. Disponível em: <<http://www.wejconsultoria.com.br/site/wp-content/uploads/2015/04/Introdu%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-Pesquisa-qualitativa-e-suas-possibilidades.pdf>>. Acesso em: 16 mai 2017.

HENRIQUES, J. D. O. ET AL. Produção de telha de fibrocimento sem amianto. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; 2014, p. 2643-2655.

MOREIRA, M. A. *Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos*. 2011.

**PRECON GOIÁS**. Disponível em: [https://www.google.com.br/?gws\\_rd=ssl#q=defini%C3%A7%C3%A3o+de+recobrimento+de+telhas&\\*](https://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=defini%C3%A7%C3%A3o+de+recobrimento+de+telhas&*)>. Acesso em: 16 mai 2017.

**TELHAS DE FIBROCIMENTO E ACESSÓRIOS**. Disponível em: <[http://www.brasilit.com.br/sites/default/files/catalogos\\_folhetos/FolhetotelhasDeFibrocimento-Brasilit\\_7.pdf](http://www.brasilit.com.br/sites/default/files/catalogos_folhetos/FolhetotelhasDeFibrocimento-Brasilit_7.pdf)> Acesso em: 16 mai 2017.

TORTOLA, E.; ALMEIDA, L. M. W. de. Reflexões a respeito do uso da modelagem em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, vol. 94, n. 237. Brasília, maio/julho 2013.