



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
REDE NACIONAL
PROFMAT**



CLÁUDIO ALBERTO MARTINS

**A MODELAGEM MATEMÁTICA E A
CONSCIENTIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DO LIXO**

**GOIÂNIA
2019**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: CLÁUDIO ALBERTO MARTINS

Título do trabalho: A MODELAGEM MATEMÁTICA E A CONSCIENTIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DO LIXO

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 21 / 11 / 19



¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

CLÁUDIO ALBERTO MARTINS

**A MODELAGEM MATEMÁTICA E A
CONSCIENTIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DO LIXO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, da Universidade Federal de Goiás – UFG como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática sob a orientação da Professora Dr^a. Elisabeth Cristina de Faria.

GOIÂNIA
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

ALBERTO MARTINS, CLÁUDIO
A MODELAGEM MATEMÁTICA E A CONSCIENTIZAÇÃO
DA PROBLEMÁTICA DO LIXO [manuscrito] / CLÁUDIO
ALBERTO MARTINS. - 2019.
LV, 55 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. ELISABETH CRISTINA DE FARIA .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto
de Matemática e Estatística (IME), PROFMAT - Programa de Pós
graduação em Matemática em Rede Nacional - Sociedade Brasileira
de Matemática (RG), Goiânia, 2019.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico,
tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. modelagem matemática. 2. conscientização ambiental. 3.
reaproveitamento de lixo. 4. problema do lixo na escola. I. ,
ELISABETH CRISTINA DE FARIA, orient. II. Título.

CDU 51



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 08 da sessão de Defesa de Dissertação de Claudio Alberto Martins, que confere o título de Mestre em Matemática.

Aos trinta e um dias do mês de outubro de dois mil e dezenove, a partir das 14:00 **horas**, no LEMAT do IME/UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“A modelagem matemática e a conscientização da problemática do lixo”**. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora Elisabeth Cristina de Faria - IME/UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Jhone Caldeira Silva - IME/UFG e membro titular externo Professor doutor Marcos Vinícius Lopes - CEPAE/UFG. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora Elisabeth Cristina de Faria, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos trinta e um dias do mês de outubro de dois mil e dezenove.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Jhone Caldeira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 19/11/2019, às 16:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Vinícius Lopes, Professor do Magistério Superior**, em 20/11/2019, às 11:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Cristina De Faria, Professora do Magistério Superior**, em 20/11/2019, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1006607** e o código CRC **14A16C8C**.

Referência: Processo nº 23070.038764/2019-68

SEI nº 1006607

Dedico este trabalho à minha esposa, ao meu filho, aos meus pais e parentes que tanto me apoiaram nos momentos em que mais precisei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, e em seguida à minha orientadora Prof^a. Dr^a. Elisabeth Cristina de Faria que aceitou me ajudar a concluir este projeto.

Estendo os agradecimentos também à Prof^a. Dr^a. Kélem Gomes Lourenço por toda a paciência, apoio e ajuda que me proporcionou para a realização deste trabalho.

Obrigado aos familiares e amigos que puderam compreender todas as ausências que me foram impostas pelo tempo dedicado à pesquisa.

Ao Instituto de Matemática e Estatística da UFG - IME, por apoiar e oportunizar condições para a conclusão deste estudo.

Cláudio Alberto Martins graduou-se em Licenciatura em Matemática pela Universidade Católica de Goiás (UCG - Goiânia), atualmente é professor do Ensino Básico da rede privada das cidades de Goiânia e Aparecida de Goiânia.

RESUMO

Este trabalho visa aplicar os conceitos de modelagem matemática, criando um modelo matemático que possa expressar a produção média diária de lixo por pessoa em uma instituição de ensino na periferia de Aparecida de Goiânia, correlacionando os resultados com a produção de lixo em relação à população do município. Para o êxito deste projeto foram obedecidas todas as etapas da modelagem até a chegada do modelo resultado. O objetivo é oportunizar uma chance de reflexão e análise a respeito deste problema social e ambiental que é o lixo não tratado, reciclado ou reaproveitado, usando um modelo que possa expressar a ideia de produção diária em quilograma por indivíduo, e em seguida, uma produção de quilograma por área habitada por pessoa no espaço analisado. Para isso, foram levadas em conta todas as situações que favorecessem a análise dos resultados, incluindo os alunos com conhecimento necessário para elaboração e execução do projeto. Dessa maneira, pretendeu confrontar os conteúdos trabalhados em sala de aula com a realidade dos alunos, usando como pano de fundo a modelagem matemática

Palavras-chave: modelagem matemática; conscientização ambiental; reaproveitamento de lixo; problema do lixo na escola.

ABSTRACT

This paper aims to apply the concepts of mathematical modeling, creating a mathematical model that can express the average daily waste production per person in an educational institution on the outskirts of Aparecida de Goiânia, correlating the results with the waste production in relation to the population of the state. For the success of this project, all the modeling steps were obeyed until the result model arrived. The aim of this paper is to provide a chance for reflection and analysis on this social and environmental problem, which is untreated, recycled or reused waste, using a model that can express the idea of daily production in kilograms per individual, and then, a kilogram production per inhabited area per person in the analyzed space. For this, all the situations that favored the analysis of the results were taken into account, including the students with knowledge necessary for the elaboration and execution of the project. This work aimed to confront the contents worked in the classroom with the students' reality, using the mathematical modeling as a background.

Key words: mathematical modeling; environmental awareness; reuse of waste; Trash problem at school.

Lista de Figuras e Quadros

Figura 1: Representação das etapas	18
Figura 2: Identificação e aproveitamento da modelagem.....	19
Figura 3: Usina de tratamento de lixo de Saitama no Japão, nos arredores de Tóquio.....	30
Figura 4: Aterro sanitário de Gramacho em Duque de Caxias, no Rio de Janeiro.....	31
Figura 5: Aterro sanitário de Caieiras em São Paulo.....	31
Figura 6: Aterro sanitário municipal de Goiânia, Goiás.....	31
Figura 7: Tempo de decomposição de alguns materiais no meio ambiente.....	34
Figura 8: Aterro sanitário municipal de Aparecida de Goiânia, Goiás.....	35
Figura 9: Esboço gráfico da produção de lixo total contada nas nove coletas.....	38
Figura 10: Descrição do polinômio usando VCN.....	39
Figura 11: Gráficos usando o VCN.....	40
Figura 12: Esboço dos gráficos das funções Q produção diária da escola e q produção diária do município.....	42
Figura 13: Mapa da cidade de Aparecida de Goiânia na escala de 1:200.000.....	43
Figura 14: Vista aérea da escola com a utilização do Google Maps.....	44
Figura 15: Imagens dos sólidos planificados utilizados para os moldes.....	47
Figura 16: Processo de reciclagem artesanal do papel.....	48
Figura 17: Modelos de sólidos construídos com papel reciclado ou reaproveitado	49
Figura 18: Materiais utilizados para construir o teodolito.....	50
Figura 19: Teodolito construído após o uso dos materiais descartados.....	50
Quadro 1: Demonstração de tempo da decomposição de alguns lixos no meio ambiente.....	33
Quadro 2: Data e quantidade lixo recolhida na cantina, assim como material de entrada	37
Quadro 3: Lixo recolhido da escola sem a inclusão do lixo da cantina.....	37
Quadro 4: Total do lixo recolhido analisando as duas coletas dos quadros anteriores.....	38

Sumário

Introdução	12
Capítulo 1 - Modelagem Matemática.....	15
1.1 Conceitos e relações importantes que definem o processo de Modelagem Matemática.....	15
1.2 A importância da aplicação da Modelagem no processo de ensino-aprendizagem.....	19
Capítulo 2 - O uso da modelagem como ferramenta didática.....	23
Capítulo 3 - O lixo e os problemas socioambientais.....	28
3.1 Curiosidades sobre o lixo e seu tempo de degradação no meio ambiente.....	32
3.2 Aterro Sanitário de Aparecida de Goiânia - História e Curiosidades.....	34
Capítulo 4 - A problemática e o modelo.....	36
Capítulo 5 - Atitudes propostas para amenizar a problemática do lixo na escola.....	46
Considerações finais.....	52
Referências Bibliográficas	55

Introdução

Uma das motivações para execução deste trabalho foi encontrar uma maneira de auxiliar os professores do ensino básico, mostrarem aos alunos a aplicabilidade dos conteúdos ministrados em sala de aula no cotidiano dele. A Modelagem Matemática aparece, neste contexto, como uma ferramenta de importância significativa para esta intermediação. Ao analisarmos um problema que, à primeira vista, não é matemático, e torná-lo um modelo, deixamos mais interessante e curioso o conteúdo aplicado àquela situação problema. Portanto, neste trabalho, pretende-se usar os conceitos de Modelagem Matemática, associado à problemática do lixo, em um ambiente escolar, fazendo uma extensão ao problema no município de Aparecida de Goiânia, onde se encontra localizada esta escola.

A justificativa da proposta: "A Matemática e a Modelagem Matemática e a conscientização da problemática do lixo", surgiu quando se observou no convívio diário desta instituição escolar, a grande quantidade de lixo produzida e, a não reutilização do mesmo em projetos de reciclagem ou reaproveitamento. Esta situação chamou a atenção e ocorreu a ideia de estudar a produção de lixo média diária por pessoa inserida na escola e o impacto que isto poderia acarretar no ambiente escolar em questão, sob algumas observações e suposições citadas nos capítulos 3 e 4, quando descrevemos as etapas, a problemática e a criação do modelo matemático.

A ideia de usarmos a modelagem como artifício principal para a construção desta pesquisa tornou-se eficaz e satisfatória no decorrer dos acontecimentos que nortearam o desenvolvimento do projeto e a escolha do tema, pois a sugestão de aplicabilidade na educação básica e suas particularidades levaram a ambientação da problemática ao contexto cotidiano dos alunos e da instituição de ensino, sugerindo a possibilidade de analisar um problema e propor uma solução ou reflexão sobre este evento. Sendo assim, nada mais interessante do que solucionar um problema que parece não ser matemático analisado matematicamente.

Para fazer o embasamento teórico de nossa pesquisa em questão, teremos os autores como Bassanezi (2006, 2015), Almeida, Silva e Vertuan (2013), Bitencourt (2013).

Analisando as referências bibliográficas citadas acima, encontramos em Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 67), a descrição de um problema de modelagem, feito por professores e alunos que apresenta a problemática da quantidade de lixo jogada ao longo da quadra em que está situada a escola. Para isso, o modelo desejava fazer uma relação com a quantidade de lixo produzida pelo bairro, a partir dos dados analisados pelos alunos. Os teóricos, citam todas as etapas, o desenvolvimento e a conclusão do trabalho com riqueza de detalhes que inspiram a tentativa de aplicação de uma ideia similar à vivida pela escola citada.

Para desenvolver este trabalho, foram convidados alunos da turma da segunda série do Ensino Médio da escola, que ajudaram a coletar, organizar e analisar os dados. Em seguida, foi feito um trabalho de tratamento de dados junto aos estudantes para levantamento de hipóteses, situações e relevâncias sobre o assunto em pauta. Houve uma sala de conversação para analisarem os resultados.

Quando o assunto é a problemática do lixo, nos deparamos com vários questionamentos sociais e ambientais. Pensando nisto, no capítulo 2, serão levantadas algumas citações e referências sobre os impactos ambientais de alguns dejetos sólidos de grande produção, como exemplo: papel e plástico, na natureza. Foram apontadas informações tais como tempo de decomposição, análise de dados de produção e descarte, reciclagem, descarte direto. Para ilustrar foram usados gráficos e tabelas, assim como citações de artigos diversos.

Por conseguinte, temos por objetivo principal, a chance de ampliar e oportunizar meios que tornem mais interessante o ensino da matemática aplicada aos problemas sociais e ao cotidiano dos alunos. Assim, tornamos a modelagem uma ferramenta suporte de grande proporção no estudo, análise e conscientização para redução de problemas inferidos ao acúmulo de lixo. Ademais, trazer uma reflexão sobre os melhores meios para a diminuição da acumulação de lixo e seu melhor aproveitamento.

O que norteia e complementa as intenções com este trabalho é o trecho de Bassanezi (2006), retirada da nossa Constituição Federal (Lei 4024 - 20/12/61):

A educação inspirada nos princípios da liberdade e da solidariedade humana tem por fim o preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos

recursos científicos e tecnológicos que lhes permitem utilizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio.

Baseado nesta ideia é que se acredita no sucesso da intenção proposta neste trabalho. Espera-se que este estudo possa contribuir como uma ferramenta e ajudar a estimar problemas socioambientais futuros, proporcionando uma melhor tomada de decisões e atitudes para o combate à degradação do meio ambiente e redução da produção de lixo.

Capítulo 1

Modelagem Matemática

Várias situações cotidianas podem ser analisadas com o uso de conceitos matemáticos, dos mais elementares aos mais complexos. A Modelagem Matemática é uma das ferramentas mais viáveis para a matematização de algumas destas circunstâncias.

O que ela nos sugere é a possibilidade de transformar uma situação, que a priori, parece não-matemática em um modelo matemático que permite entender um fenômeno, ou uma problemática, e assim, ter meios para resolver ou trazer reflexões sobre o assunto-problema. Algumas etapas são necessárias para obtenção de um modelo matemático, que serão apresentadas abaixo.

Este capítulo propõe-se a apresentar a importância da integração de atividade de Modelagem Matemática às aulas, bem como o processo para a construção do modelo.

1.1 Conceitos e relações importantes que definem o processo de Modelagem Matemática

A definição de modelagem retirada do dicionário on-line Houaiss, cita que ela é nada mais do que a maneira de dar-se forma a algo por intermédio de um modelo. Neste caso, usaremos a Modelagem Matemática para trabalhar a problemática do lixo. Este modelo matemático deve ser edificado em conceitos que possam fortalecer a ideia da solução da problemática, sugerindo sua veracidade.

Uma outra definição de modelagem muito interessante é dada por Bassanezi (2006, p. 16):

A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.

A intenção de usar a Modelagem no processo de construção de um modelo é formalizar uma situação-problema usando os contextos matemáticos com o uma considerável redução de escrita. Ou seja, a intenção é tornar um problema pensado, analisado e estudado, descrevendo-o maneira resumida utilizando a linguagem matemática.

A partir do problema definido, podemos compor as fases da modelagem na sequência sugerida e descritas por Almeida, Silva e Vertuan (2013): Inteiração; Matematização; Resolução; Interpretação de resultados e validação. Chegamos assim, à situação final, que seria a solução para a questão inicial. De modo bem simples, as etapas da modelagem podem ser assim descritas:

- a) Inteiração: é realizada nesta fase o levantamento de informações que cercam a situação inicial que irão, assim, contribuir para a análise das variáveis que farão parte do modelo;
- b) Matematização: é nesta que acontece a procura dos conceitos matemáticos que auxiliarão na interpretação da situação problema e seus dados, oportunizando ferramentas para transformar a problemática em um contexto matemático;
- c) Resolução: esta etapa sugere a obtenção do modelo matemático para a situação problema sugerida. É nela que se têm total liberdade de testes para encontrarmos o melhor modelo para representar a solução do problema inicial. Assim sendo, nota-se que a esta altura, o momento sugerido pela modelagem, torna-se o divisor dos caminhos, pois se algo não condiz com o apurado, há a oportunidade de voltar às duas anteriores e escolher uma nova estratégia para tratar do problema;
- d) Interpretação de resultados e validação: ocorre aqui os testes do modelo aplicado direto na problemática inicial e, pode-se atribuir interpretações para os resultados que classificarão o modelo como eficaz ou não. Dessa maneira, é possível analisar a veracidade do modelo, tornando-o válido para resolver a situação inicial ou induzir uma reflexão sobre o problema em questão.

Praticar a “inteiração” é tornar o problema conhecido, tornar a problemática reconhecível e buscar considerações que a represente. Assim como “matematizar o problema é buscar ferramentas matemáticas e conteúdos diversos que possam

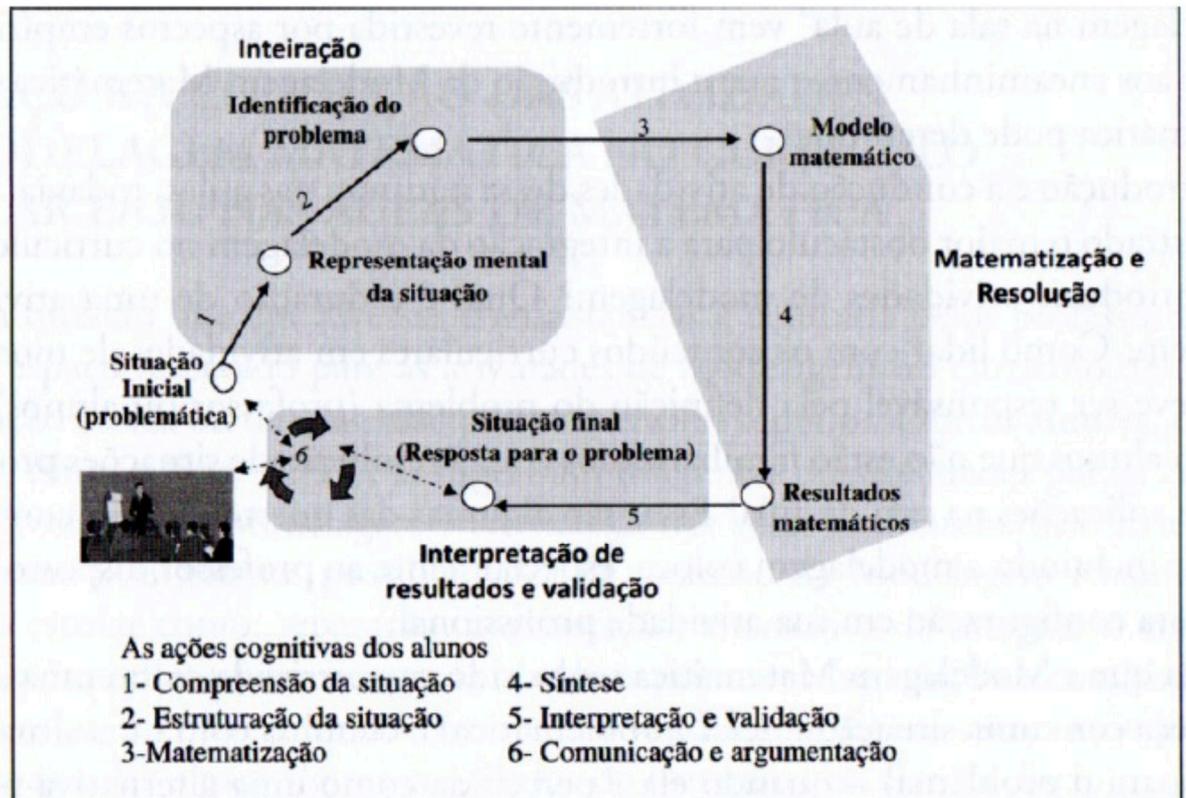
nortear a pesquisa do problema. Na “resolução” há a necessidade de esboçar um modelo para que ele possa representar a situação-problema. Por fim, na “interpretação e validação de resultados” pode-se testar o modelo, discutir os resultados obtidos e expor os dados encontrados.

Quando a Modelagem Matemática é aplicada, o que fica muito nítido é a interpretação de que as etapas não são lineares, não há a necessidade de seguir a ordem descrita acima, mas a liberdade de aplicação de cada uma delas de modo atemporal é que torna o processo interativo e maleável. Pode-se “avaliar” e “reavaliar”, “adiantar” ou “retroceder” de maneira que for mais conveniente para enquadramento do modelo matemático que possa resolver ou refletir o problema proposto.

Abaixo listamos duas figuras exemplificando as etapas da modelagem e um sistema que facilita o entendimento do processo pelo aluno, ou seja, como devem ser aplicadas as fases para melhor entendimento dos discentes envolvidos no projeto.

Na figura 1 há a representação das etapas da modelagem segundo Almeida, Silva e Vertuan (2013) para execução do modelo.

Figura 1: Representação das etapas

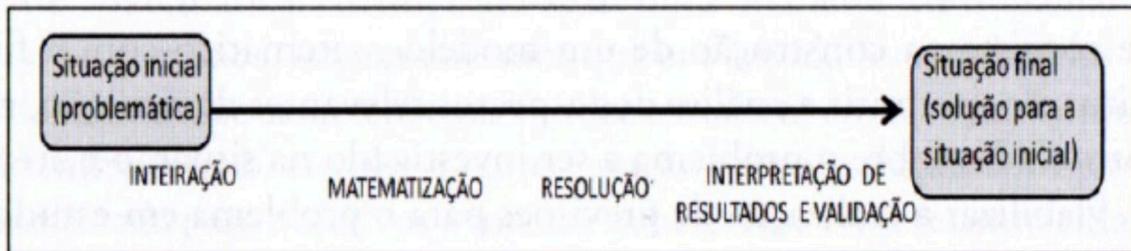


Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2013).

Para Almeida e Vertuan (2013, p. 12) , a Modelagem Matemática é a descrição de uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (uma solução para a problemática) e os procedimentos e conceitos para chegar-se a solução do problema.

Na figura 2 temos a interatividade da modelagem e suas etapas sistematizadas nos detalhes que possam vir a facilitar a compreensão dos alunos. Esta figura muito nos mostra quanto a identificação e melhor aproveitamento do sistema de modelagem.

Figura 2: Identificação e aproveitamento da modelagem



Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2013).

1.2 A importância da aplicação da Modelagem no processo de ensino-aprendizagem

Dados históricos nos dizem que a modelagem matemática surgiu com a necessidade de um modelo mais interativo no ensino da matemática. Essa interatividade foi sugerida, em 1908, pela Comissão Internacional de Instrução Matemática, com sede em Roma, Itália, presidida por Felix Klein, um grande pesquisador sobre as metodologias no ensino da matemática. Klein fez levantamentos em diversos países sobre a metodologia e aplicabilidade dos conteúdos matemáticos ministrados e os meios de execução, podendo assim solidificar a necessidade deste método. Este trabalho da Comissão Internacional de Instrução Matemática tornou-se uma base considerável para a aplicação de tentativas de modelos com mais interação. Na década de sessenta, houve então uma mobilização na busca de melhores possibilidades de trazer os conceitos matemáticos a situações diversas do cotidiano, inclusive no Brasil, fazendo com que a modelagem matemática figurasse como uma destas. Este levantamento pode ser visto com mais amplitude no artigo de Aragão (2006) para o Encontro Paraibano de Educação Matemática, citado na bibliografia deste trabalho.

Este contexto apareceu com a importância de se aplicar os conhecimentos matemáticos às mais diversas áreas do saber e a problemas propostos por elas. O estudo da matemática através da criação de problemas a partir de situações diversas, acabam tornando o processo ensino-aprendizagem mais interessante. O aluno vendo-se incluso na construção do modelo que irá resolver a problemática sugerida, acaba ganhando mais motivações para buscar artifícios e propor alternativas para chegar ao melhor resultado da questão analisada. A matemática no contexto didático, prende-se

muitas vezes nos conceitos engessados e aplicações fictícias de problemas prontos. Com o uso da modelagem, temos a oportunidade de apresentar ao aluno a matemática acontecendo, aplicada e contextualizada com questões cotidianas. Ao ensinar, por exemplo, geometria, quando partimos de um problema além do livro e seus modelos, trazendo para o ambiente escolar, o conteúdo opera com uma evolução tamanha e tão abrangente que a compreensão dos cálculos se torna facilitada. Um exemplo de um conteúdo que muito pode ser explorado na geometria com a ideia da modelagem, é o conceito de volume, quando analisamos os modelos prontos e conseguimos trazer para o cotidiano do aluno, como aplicar no cálculo do volume de sua sala de aula, da lata de lixo presente no ambiente, na capacidade vista nas mais diversas unidades de medida, com isso, os alunos sentem-se parte do processo de construção do conhecimento, então temos uma melhor compreensão dos casos sugeridos. Ao aplicar os conceitos nas dimensões e partes diversas da escola, o aluno começa a questionar-se e a criar suas próprias conjecturas, que com a orientação correta, acaba por oportunizar o sucesso do processo de aprendizagem.

A intenção promovida com este trabalho seguiu esta ideia. Os alunos tomaram conhecimento da problemática, foi feita uma pesquisa em diversos sites que traziam os problemas da sociedade moderna com o lixo. Em seguida foi feito o levantamento dos processos de produção de lixo na escola, com a coleta, pesagem e análise dos dados obtidos. Nesta fase construíram tabelas que demonstravam os resultados coletados. Feita esta etapa, partiram para a execução da matematização, usando os conceitos matemáticos conhecidos, embasando as criações em diversas análises discutidas entre eles e o professor. A validação deu-se seguindo as etapas de modelagem, testando os modelos construídos e analisando os resultados obtidos.

Portanto, este trabalho, visualizou nos conteúdos propostos a oportunidade de trabalhar várias vertentes cercado um tema principal que é a produção excessiva de lixo e seu descarte no meio ambiente. Para tal abordagem, utilizamos de conceitos e definições de várias frentes matemáticas clássicas como: funções, geometria plana, geometria espacial, conceitos de razão e proporção, análise de gráficos e contextos estatísticos. Com isso, há a possibilidade de analisar os conceitos matemáticos aplicados, isto é, podemos contextualizar teoria e prática na construção do conhecimento, em especial àqueles sugeridos pela matemática.

Uma importante questão a ser levantada, quando existe a proposta de aplicação da modelagem matemática no ensino básico, é tomarmos o cuidado para as aplicações de conceitos e teorias que sejam de conhecimento da rotina escolar, dos programas de conteúdos e dos alunos que estiverem envolvidos no projeto. Não faria sentido a inserção de conteúdos que fossem muito além daqueles que estão sujeitos, pois poderia atrapalhar o andamento do conteúdo programático e, o atraso no projeto seria inevitável.

Entretanto, esta é a beleza da modelagem matemática, quando existe tempo hábil, e a modelagem pode ser trabalhada como uma ação extracurricular, temos uma infinidade de opções de aplicações para os conceitos dos mais simples aos mais extraordinários para a obtenção de modelos para diversas situações problemas. No entanto, no desenvolvimento deste projeto, apareceu o empecilho do tempo associado ao desenvolvimento dos conteúdos sugeridos pela grade da disciplina de matemática.

Sendo assim, deu-se muita importância, na criação do modelo, ao uso dos conceitos matemáticos que citamos acima. Com esse cuidado, conseguimos êxito na conclusão do processo. Apesar de notar-se a grande afinidade da modelagem matemática ao ramo da educação, sabe-se que ela surgiu na verdade, não em sala de aula, mas na matemática aplicada. Por isso, esta relativa conveniência de escolhermos os conteúdos de conhecimento do aluno para execução do projeto, facilita o desenvolvimento do trabalho.

Trabalhar a matemática aplicada, modelando o conteúdo, as ações e problemas vividos pelos estudantes no seu dia a dia, sugeriram uma maior inteiração deles às tarefas propostas. No desenvolvimento do projeto, os alunos, ao tornarem-se agentes diretos na construção do modelo para quantificar, analisar e interpretar os dados provenientes da produção do lixo na escola, conseguiram assimilar com muito mais tranquilidade as ideias de área das regiões planas, comportamento de funções em relação a crescimento e decrescimento, análise de gráficos, volume de sólidos, cálculo de densidade, e análise de dados estatísticos. Portanto, vemos que com a modelagem matemática, temos a oportunidade de envolver os alunos na criação do conhecimento matemático, tornando o processo de aprendizado mais dinâmico e interessante aos olhos.

Uma ferramenta singular para o trabalho dos dados coletados e a associação destes aos conteúdos é a tecnologia. Como esta geração de alunos é muito envolvida com esta vertente, quanto mais recursos tecnológicos podemos utilizar na criação e interpretação do modelo, maior torna-se a aceitação e o envolvimento dos discentes com a atividade proposta.

Para uma visualização mais ampla dos resultados desejados no processo, trouxemos alguns programas que analisam gráficos, comportamento de dados e relações tabulares, que tornaram o trato com os dados mais interativos, podendo assim, sugerir um comportamento de interesse para criação do modelo. Logo, o que motiva a defesa do uso da modelagem matemática no contexto escolar por este autor, é a constante submissão dos alunos a diversos problemas cotidianos que os exigiam inúmeras possibilidades de soluções dentro dos contextos matemáticos, aguçando sua criatividade, sua intuição e seu bom senso para análise de resultados gerados por estes desafios.

Capítulo 2

O uso da modelagem como ferramenta didática

A ideia de construção deste trabalho, a partir da conscientização e análise da produção de lixo na escola, surgiu como uma ferramenta de aplicação para os conteúdos vistos em sala de aula e uma oportunidade de prática dos conceitos voltados ao sistema cotidiano.

Como proposto no artigo de Aragão (2016), durante muito tempo a matemática preocupou-se com a conceituação, a análise dos problemas e as “regras” para suas soluções. Com os avanços matemáticos e principalmente, da Educação Matemática, surgiram novas possibilidades de abordagem para o ensino de matemática nas escolas. Um desses métodos foi a modelagem matemática aplicada ao estudo e conceituação do ensino básico. A iniciativa de utilizar a modelagem em nosso trabalho apareceu com a vontade de sair da situação convencional e problemas pouco realistas ao aluno, para uma tomada de decisões e análises capazes de mostrar a importância e aplicação dos conceitos estudados em situações reais. Este fato, norteou o estudo proposto com os alunos. Eles puderam pesquisar e analisar os conceitos de Modelagem, tendo também acesso a alguns modelos simples, como o sugerido por Almeida e Vertuam (2013, p.67), onde existe uma descrição de um modelo que inspirou a produção dos alunos e principalmente a tomada de decisão sobre como analisar a problemática do lixo na escola.

O modelo sugerido por Almeida e Vertuam (2013) refere-se a uma prática de coleta de lixo mais ampla, pois estuda toda a quadra em que está inserida a escola, sendo assim para a proposta de trabalho da escola objeto de estudo deste trabalho, este projeto acabou ficando comprometido se aplicado na íntegra como sugerido pelos autores.

A formação do saber matemático de nossos alunos sente um apuro muito considerável quando é ultrapassada a linha de separação entre o teórico e o prático, pois isto, proporciona também uma maior interação entre os indivíduos envolvidos no processo (professor, alunos, auxiliares administrativos, corpo geral da escola) e uma preocupação com o meio em que estão imersos.

Baseando nas palavras de Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 67) podemos observar que tal projeto, poderia ser aplicado, com adequações de tempo, realidade, variáveis e envolvimento pedagógico, ao sistema que encontrávamos na escola. Sendo assim, surgiu a possibilidade de convite aos alunos para execução do trabalho, perdurando o tempo já citado, e obtendo os resultados desejados.

Quando existe a possibilidade de entregar ao aluno a oportunidade de envolver-se com o conteúdo, a oportunidade de fazer parte da construção de algo com o saber matemático adquirido, podendo reconhecer a importância de aplicabilidade desses conhecimentos a situações práticas, nos remete a ideia de que o “fazer”, muitas das vezes, contribui de maneira positiva extrema a construção do conhecimento.

O interessante é mostrar que a matemática não se trata apenas de um conjunto de regras e comandos de solução de problemas teóricos diversos, ela também é uma ferramenta de importância significativa para auxiliar nas tomadas de decisões em diversas situações-problemas vivenciadas por nós no nosso dia-a-dia.

Para a aplicação da modelagem faz-se necessário um ambiente propício para a implementação das fases citadas no capítulo anterior. Nesta escola foram oportunizados o ambiente e o material humano para a realização das etapas de modelagem. Apesar do tempo curto, foi possível analisar as etapas com atenção, elaborar o melhor modelo e aplicar o mesmo ao contexto da situação estudada. A estimativa do resultado é muito significativa, quando aplicada ao meio geral.

Sem embasamento teórico, o estudo deste evento ficaria muito deficitário, dessa forma, o público escolhido foi de notável importância, pois, conseguiram compreender e analisar todo o processo, do início ao fim da abordagem para modelar a situação-problema.

Embasado nas obras de Bassanezi (2006, 2015), Biembengut (2011), Almeida, Silva e Vertuan (2013), procurou-se a conceituação necessária para o melhor desenvolvimento do trabalho. Por tratar-se de uma leitura de pouco acesso àquelas praticadas normalmente pelos alunos da educação básica, foi sugerido a eles que pesquisassem sobre a modelagem, sobre os autores com mais aplicação dentro da

ideia do problema, em questão os citados acima, assim como a alguns modelos sugeridos a situações práticas cotidianas, citados em diversos trabalhos dos autores acima. Sendo assim, puderam ser levantadas as etapas de modelagem matemática, o contexto e definição da modelagem matemática, tal como a sugestão de modelo a ser aplicada no processo.

Analisando a ideia do trabalho conseguimos analisar as condições sugeridas por Bitencourt (2013, p.14), pois houve o interesse dos alunos em executar a atividade, sendo possível associar o conteúdo programático ao trabalho. Com o desenvolvimento do projeto, aconteceu também o interesse por ampliar as noções de pesquisa, saindo dos muros da escola e chegando a comunidade escolar; tudo isso feito com um tempo, apesar de pouco, hábil para o levantamento e discussão dos resultados.

A intenção da iniciativa é a conscientização e a tentativa de diminuir a produção do lixo comum. Os alunos conseguiram explorar bem os resultados obtidos, sugerindo algumas aplicações para alguns dos objetos descartados, o que motivou a tentar organizar mais processos de reaproveitamento do material descartado, como papel, resíduos que tornaram sólidos espaciais depois de um processo de reciclagem caseiro, e os canudos que entraram na construção de teodolitos interessantes, como será descrito no capítulo 5. Entretanto, o maior ganho do projeto, sem sombra de dúvidas, foi o interesse e o encantamento dos alunos com o desenvolvimento da modelagem e suas etapas.

A intenção de trabalhar com a modelagem foi a de sair da situação padrão, ou seja, aquela da qual há a preocupação de treinar habilidades e técnicas para solucionar problemas sem levar muito em conta a compreensão. Infelizmente, na maioria das vezes, a matemática tem sem processo de ensino-aprendizagem, ainda ligado ao viés da repetição, para memorização, não considerando a condição de entendimento. Sendo assim, a modelagem nos parece uma possibilidade de trazer essa ideia de compreender porque e para que estudar determinado assunto.

Com o surgimento destas técnicas, como modelagem, investigação e tantas outras interessantíssimas, o método de ensino da disciplina de matemática, acaba por ter uma possibilidade de sair da zona de preconceito com os conteúdos propostos.

Essas vertentes da chamada Matemática Moderna, nos proporciona condições de ter um conhecimento amplo, interdisciplinar com outras áreas do conhecimento. Além disso, proporciona a criação de um estudo mais qualitativo e de maior interesse para o discente. Deixamos, então, o ato de simplesmente acumular conhecimento, para o fato de aplicar as mais diversas teorias estudadas.

O interessante em aplicar a modelagem neste meio, foi trazer ao aluno elementos para criação do modelo a partir de objetos de seu conhecimento. Tudo que foi trabalhado no desenrolar do processo era de conhecimento e realidade de todos. Uma vez que isso pode ser construído, o processo toma um formato muito particular, pois o aluno deixa de ser espectador e passa a fazer parte do todo. Com essa ideologia respeitada desde o primeiro momento do projeto, podemos obter o sucesso na conclusão do trabalho.

Sendo assim, foi possível fazer um levantamento mostrando que a matemática de conhecimento dos alunos, associadas às realidades de espaço do projeto, além de uma linguagem bem clara, que o modelo conseguiu seu objetivo. Assim, estamos de acordo que, quando a matemática é feita com ferramentas aplicadas aos problemas cotidianos, a fim de resolvê-los ou torná-los objetos de explanação ou mesmo de reflexão, os conteúdos matemáticos ficam bem mais pertinentes.

A intenção com este trabalho é deixar uma oportunidade de realizar mais pesquisas sobre a aplicação de outros modelos dentro de problemas que abrange a a escola, o município ou a comunidade escolar, que possa ser abrangida em diversas outras situações, como o consumo de água no município e as reservas presentes, o consumo de energia e as maneiras particulares de economia, as condições e os trabalhos realizadas nas escolas municipais, etc. Com essa proposta, podemos propor aos alunos condições e curiosidades de desenvolver mais modelagens a partir desta ideia tão simples mais tão inspiradora. Sendo assim poderão ser aplicadas outras possibilidades de modelagem em outras vertentes do cotidiano dos alunos, em problemas que eles possam realmente sentirem-se inseridos como agente protagonista.

Por se tratar de um trabalho com envolvimento das as esferas da escola e com a possibilidade de comparar com os meios de produção da comunidade escolar,

podemos então promover mais debates e mais campos de pesquisa para as demais turmas ou escolas da região. Sendo assim, um possível produto seria as palestras de relatos da experiência vivida pelos alunos em encontros ou exposições de feiras culturais, ou científicas dentro da própria escola ou em instituições vizinhas como convidados em ações comunitárias das mesmas. Isso parece viável, e muito interessante para apresentar junto à comunidade escolar aparecidense. Estas apresentações podem ser promovidas por meio de palestras e debates públicos para discutir o assunto do meio ambiente e mostrar os resultados.

A modelagem Matemática oportunizou a chance de aplicar os conceitos, interagir os alunos e conteúdos, e principalmente, mostrar a beleza da matemática quando aplicada na solução de problemas diversos, situações cotidianas.

Capítulo 3

O lixo e os problemas socioambientais

Falar do lixo e não citar suas grandes contribuições para o desgaste ambiental e os problemas sociais causados por ele, nos parece um tanto quanto falho. Desta forma, neste capítulo traremos algumas observações sobre alguns dados quanto ao lixo produzido e seu descarte no ambiente, assim como alguns dados relacionados ao aterro sanitário de Aparecida de Goiânia, que é o descarte final do lixo da escola em questão. Várias são as ações realizadas pelas autoridades e governos com a intenção de minimizar o acúmulo e produção do lixo. Porém, a quantidade de resíduo produzido e descartado em muitas cidades são muito maiores do que estes projetos de reciclagem e reutilização sugerida pelos governos. Outro fator que potencializa a crise do lixo é o pouco investimento em ações de soluções rápidas e com excelência de sucesso.

Nas pesquisas realizadas pelos alunos, em diversos sites, puderam ter acesso a uma quantidade considerável de informações. Com a produção excessiva o melhor seria uma resposta de relativa velocidade e com resultados definitivos. Levantaram que, por exemplo, existem cidades modelos em trato do lixo e reciclagem, como exemplo, a cidade de Tóquio no Japão, onde não existem lixões para descarte de detritos.

Desse modo, a conscientização no cuidado com o lixo já começa em casa, da qual os japoneses separam o lixo seco reciclável do orgânico. Existem caminhões que fazem a coleta separadamente e levam para usinas de tratamento, onde o lixo orgânico é incinerado, transformando-se em energia termoelétrica para alimentar residências, e o lixo seco é separado e, encaminhado para projetos de reciclagem, gerando lucro com a venda deste material para empresas do segmento. Nestas usinas, cerca de quatro por cento do total de resíduo que entra não é reaproveitado, ou transformado em energia. A fumaça da incineração passa por filtros diversos para não causar problemas na atmosfera.

Ainda nesses sites diversos, tiveram acesso ao exemplo de tratamento do lixo na cidade de Borås na Suécia, onde noventa e nove por cento do lixo é reaproveitado. Assim como no Japão, a conscientização na Suécia também começa em casa, pois a empresa que recolhe o lixo distribui sacos para acomodação de cada espécie de detrito, sendo que cada morador já sabe como separar e triar estes descartáveis. O papel, o plástico não reciclável e o orgânico, todos se transformam em energia, já os demais são encaminhados para a reciclagem. O lixo incinerado vira gás para movimentar a frota de veículos, quase toda adaptada para este segmento, por sua vez, o calor gera a energia nas termoelétricas.

E, como funciona no Brasil? Esta pergunta nos deixa muito longe de alcançar pelo menos metade desta conscientização. Nas nossas grandes metrópoles ficamos muito inferiores neste assunto. Por exemplo, na cidade de São Paulo, uma das maiores do nosso país, apenas um e meio por cento do lixo é reciclado. No Rio de Janeiro, segunda maior cidade brasileira, pouco menos de dois por cento é destinado a reciclagem. No estado de Goiás, também menos de um por cento do lixo produzido vai para a reciclagem.

Utilizando o acesso ao aterro sanitário que é livre a população que queira conhecer o trabalho, e ao site da Prefeitura, puderam ver que em Goiânia, capital de Goiás, temos centros de separação de lixo reciclável nos aterros sanitários, porém, pouco material é triado nestes locais, visto que o descarte seletivo ainda é muito pequeno junto aos moradores. Isto acontece por conta das políticas de incentivo de seleção feito com a sociedade goiana. Não existe de maneira efetiva uma conscientização em massa promovida pela prefeitura. Existem caminhões próprios para este tipo coleta seletiva, mas não existe de fato uma contribuição notável da comunidade.

Podemos considerar todo esse discurso também à cidade de Aparecida de Goiânia, região onde encontra-se a escola que foi objeto de estudo deste trabalho, pois se aplicam pensamentos e atos semelhantes, tanto do governo como a comunidade em geral.

Na sequência estão algumas figuras ilustrativas das usinas tratamento em Tóquio, de alguns aterros sanitários brasileiros, tendo como fundo a comparação com

o acúmulo nestes locais. Note que em Saitama, não existe a exposição ao ar livre do lixo, enquanto nos nossos aterros esse fato é nítido, o acúmulo é exagerado e as condições das pessoas que vivem nestes ambientes tirando o sustento da família e pelas condições de trabalho.

Figura 3: Usina de tratamento de lixo de Saitama no Japão, nos arredores de Tóquio.



Fonte: pesquisadas no Google

Figura 4: Aterro sanitário de Gramacho em Duque de Caxias, no Rio de Janeiro.



Fonte: pesquisadas no Google

Figura 5: Aterro sanitário de Caieiras em São Paulo



Fonte: pesquisadas no Google

Figura 6: Aterro sanitário municipal de Goiânia, Goiás.



Fonte: site da prefeitura de Goiânia - GO

3.1 Curiosidades sobre o lixo e seu tempo de degradação no meio ambiente

Ao começar a produção deste trabalho, surgiu a curiosidade sobre o tempo de decomposição do lixo no meio ambiente de alguns materiais. Esta relação chamou a atenção dos alunos e deste pesquisador, devido ao grande número de toneladas produzidas diariamente no Brasil e no mundo. Feito alguns levantamentos chegamos a algumas tabelas e imagens bem interessantes que serão citadas abaixo. Mas, o tempo de decomposição de lixo citado na tabela depende muito do tipo de solo, do clima, o ambiente em que o lixo está acomodado. Aparecem as citações dos grupos da Campanha do Ziraldo, que tem como referência o descarte nos oceanos, a Secretária do Meio Ambiente de São Sebastião em São Paulo (SMA São Sebastião), Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (Comlurb Rio), Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre no Rio Grande do Sul (DMLU Porto Alegre), Fundo da Nações Unidas (UNICEF).

Quadro 1: Demonstração de tempo da decomposição de alguns lixos no meio ambiente.

FONTE:	Campanha Ziraldo	Conturb website	SMA São Sebastião	DMLU POA	UNICEF website
Material					
Casca de banana ou laranja		2 anos	2 a 12 meses		
Papel	3 a 6 meses		De 3 meses a vários anos	2 a 4 semanas	3 meses
Papel plastificado plano	8 meses a 1 ano	1 a 5 anos			
Ponta de cigarro	5 anos	10 a 20 anos	De 3 meses a vários anos		1 a 2 anos
Meias de lã		10 a 20 anos			
Chiclete	5 anos	5 anos	5 anos		5 anos
Madeira pintada	13 anos				14 anos
Fralda descartável					500 anos
Nylon	Mais de 3 anos				30 anos
Sacos plásticos		30 a 40 anos			
Plástico	Mais de 100 anos		Mais de 100 anos	450 anos	450 anos
Metal	Mais de 100 anos	Até 50 anos	10 anos	100 anos	
Couro		Até 50 anos			
Borracha	Tempo indeterminado				
Alumínio		80 a 100 anos	Mais de 1000 anos	200 a 500 anos	200 a 500 anos
Vidro	1 milhão de anos	Inde finido	Mais de 10 mil anos	Indeterminado	4 mil anos
Garrafas plásticas		Inde finido			
Longa vida			100 anos		
Palito de fósforo			8 meses		

Fonte: <http://biscoitodasorte.blogspot.com/2012/>

Figura 7: Tempo de decomposição de alguns materiais no meio ambiente.



Fonte: <http://www.setorreciclagem.com.br/3rs/qual-o-tempo-de-decomposicao-dos-materiais/>

3.2 Aterro Sanitário de Aparecida de Goiânia - História e Curiosidades

O aterro sanitário Municipal de Aparecida de Goiânia passou por uma reforma em 2014, onde tentou-se criar melhores condições de descarte de lixo pela cidade. Até este ano citado, o aterro era muito precário e sem condições mínimas de tratamento do lixo. Sendo assim, o relevante para falar sobre o Aterro de Aparecida começa a partir deste ano. Na gestão de governo municipal de 2014, estudou-se as condições do aterro comunitário de lixo e viu-se a necessidade de uma ampliação do mesmo, uma vez que a população da cidade já era muito superior àquela que foi levantada para a criação do aterro. Até este ano citado, a área de depósito era de 55.000 metros quadrados e chegando a 90.000 metros quadrados em meados de 2016, recebendo de cerca de 12 mil toneladas por mês. O aterro sanitário do município que está situado no setor Vale do Sol, possui hoje uma demanda de cerca de 400 toneladas de resíduos por dia, recolhidos nos 249 setores da cidade que abrangem cerca de 600 mil habitantes. A prefeitura para recolher o lixo da cidade conta com 16 caminhões de coleta normal e 8 caminhões para coleta seletiva, no entanto, esta coleta seletiva acontece somente em 100 dos bairros de Aparecida de Goiânia. Ou

seja, menos de cinquenta por cento da cidade possui coleta qualificada para reciclagem.

Outro problema sério que o aterro tinha até 2014 era a quantidade de pessoas que ficavam dentro das dependências do local recolhendo material junto as montanhas de lixo. Houve neste ano um projeto que visou encaminhar essas pessoas para um galpão, que está em plena atividade dentro do “lixão”, onde acontece a tentativa de seleção do lixo para as empresas de reciclagem.

O serviço, apesar de interessante, ainda está muito longe do ideal, pois a maioria do material separado por eles vem daqueles 8 caminhões próprios para reciclagem. Mesmo com esta tentativa, ainda podemos ver com frequência pessoas que se aventuram no lixo despejado, burlando o sistema da empresa que coordenada o aterro. Os caminhões chegam e são pesados, depois seguem para as áreas de despejo, ou o galpão ou o aterro geral. Com este peso e com a estimativa da população do município nos é fornecido uma produção média diária de lixo por habitante que seria da ordem de 0,67 kg/hab.

Figura 8: Aterro sanitário municipal de Aparecida de Goiânia, Goiás.



Fonte: <http://www.aparecida.go.gov/aterro-sanitario-de-aparecida-e-referencia-em-goiania/>

Capítulo 4

A problemática e o modelo

O tema Modelagem Matemática, sugere uma infinidade de possibilidades de aplicação. Ao analisamos o problema de acumulação e descarte quantitativo nas escolas, surgiu então a ideia de aplicar a modelagem para analisar o fenômeno e a problemática. O desenvolvimento do trabalho nos surpreendeu e com a adesão da escola, bem como a oportunidade de trabalhar com os alunos aplicando a ideia, o sucesso de execução foi muito satisfatório. Os alunos compraram o desafio de estudar o problema e tentar construir o modelo que se encaixasse nele. Usando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas, e algumas ferramentas tecnológicas conseguiram desempenhar as etapas da modelagem e conseguiram desenvolver o modelo sugerido ao final do capítulo.

Como citado nos capítulos anteriores, o projeto foi realizado em uma escola situada na região periférica de Aparecida de Goiânia, onde foram coletados os dados referentes a produção de lixo total pela unidade. O período em que a coleta e pesagem dos detritos aconteceram, estão descritos nas tabelas abaixo anexadas. Este período foi do final de outubro ao começo de novembro de 2018, perfazendo um total de 9 dias. Como a escola possui um programa de conteúdos a serem ministrados e atividades extracurriculares como a proposta no projeto poderiam atrapalhar o andamento e conclusão da grade disciplinar defendida pela instituição. Por isso, o trabalho de coleta e pesagem só pode ser realizado neste curto espaço de tempo. Contudo, nada se perdeu para o proposto no projeto. Os dados coletados conseguiram nos auxiliar na construção de um modelo, exemplificando a situação desejada para o estudo.

A escola, em 2018, no período citado, constava com um total de 580 discentes, divididos em 17 turmas, 11 de fundamental II e 6 de ensino médio. O quadro de funcionários fixos era composto por 15 pessoas, entre recepcionistas, auxiliares, coordenadores, diretoria e serviços gerais. Contavam ainda com um total de 53 docentes. Sendo assim, podemos verificar que possuíam, em média, quase 35 alunos por turma.

O trabalho foi realizado por alunos da, então, 2ª série do ensino médio. Eles realizaram a coleta e separação, depois do lixo recolhido pelos auxiliares, pesando-o em seguida, e, anotando os dados em tabelas como as descritas abaixo.

Quadro 2: Data e quantidade lixo, em quilogramas, recolhida na cantina, assim como material de entrada

LIXO COLETADO E PESADO NO COLÉGIO DO PROJETO - CANTINA											
TIPO DE LIXO/ DIA E QUANTIDADE	29/out	30/out	31/out	01/nov	05/nov	06/nov	07/nov	08/nov	09/nov	TOTAL	
ORGÂNICO	2,6	4,18	4,21	5,5	4,8	4,2	5,5	4,14	4,2	39,33	
PLÁSTICO	0,22	0,34	0,25	0,27	0,36	0,26	0,24	0,25	0,24	2,43	
LATAS	0,8	0,75	0,85	0,7	1	0,75	0,85	0,7	0,8	7,2	
PAPEL	0,23	0,25	0,22	0,2	0,35	0,21	0,22	0,21	0,2	2,09	
TOTAL	3,85	5,52	5,53	6,67	6,51	5,42	6,81	5,3	5,44	51,05	
ENTRADAS: O QUE FOI PRODUZIDO NO DIA											
TIPO DE MATERIAL/ DIA E QUANTIDADE	29/out	30/out	31/out	01/nov	05/nov	06/nov	07/nov	08/nov	09/nov	TOTAL	
ARROZ	1,8	2,5	2,5	2,2	4	2,5	3	2,5	3	24	
FEIJÃO	1,2	1,5	1,5	1,8	3	1,5	2,5	1,5	1,4	15,9	
SALADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VERDURAS E LEGUMES A SEREM COZIDOS	1,1	1,2	1,3	1,3	2	3,5	6,8	4	3,5	24,7	
CARNES DIVERSAS	5,2	8,9	7,8	5,7	10	6	5	4,5	6	59,1	
MASSAS DIVERSAS (MACARRÃO, TORRADA, ETC)	0	0,75	1	1,5	2	1	3	2,5	2	13,75	
PLÁSTICOS EM GERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAPEL EM GERAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	9,3	14,85	14,1	12,5	21	14,5	20,3	15	15,9	137,45	
NÚMERO DE REFEIÇÕES VENDIDAS NO DIA	41	57	58	54	90	62	68	62	65	557	
OBSERVAÇÕES:											
ORGÂNICO: CASCAS DE FRUTAS, CASCAS DE VERDURAS, RESTOS DE COMIDA											
PLÁSTICOS: SACOLAS DE SUPERMERCADO, EMBALAGENS PLÁSTICAS DIVERSAS DE ALIMENTOS. O LIXO PLÁSTICO DA CANTINA NORMALMENTE NÃO É ENCAMINHADO PARA A RECICLAGEM											
LATAS: EMBALAGENS DE MOLHOS, EMBUTIDOS E LATAS DE REFRIGERANTE. EXISTE UM PROCESSO DE ENCAMINHAR ESTAS LATAS DE REFRIGERANTE PARA RECICLAGEM SEM SER PELA ESCOLA.											
PAPEL: EMBALAGENS DIVERSAS DE ALIMENTOS. OS PAPÉIS DA CANTINA NÃO SÃO ENCAMINHADOS PARA RECICLAGEM.											
O LIXO DA CANTINA É CONTABILIZADO E DESCARTADO SEPARADAMENTE DO LIXO GERAL DA ESCOLA.											
VERDURAS E LEGUMES A SEREM COZIDOS: BATATAS, BETERRABAS, ABÓBORA, MILHO, CENOURA, VAGEM											

Fonte: própria

Quadro 3: Lixo, em quilogramas, recolhido da escola sem a inclusão do lixo da cantina

LIXO COLETADO E PESADO NO COLÉGIO DO PROJETO - GERAL, SEM CANTINA											
TIPO DE LIXO/ DIA E QUANTIDADE	29/out	30/out	31/out	01/nov	05/nov	06/nov	07/nov	08/nov	09/nov	TOTAL	
ORGÂNICO	3,4	3,7	2,9	3,6	3,3	1,8	2,9	3,7	1,9	27,2	
COPOS PLÁSTICOS	1,4	1,6	1,3	1,8	1,8	1,6	1,3	1,2	1,1	13,1	
PAPEL NÃO LEVADO À RECICLAGEM	3,6	3,5	3,2	3,8	3,6	4,2	2,9	3,8	3,2	31,8	
LATAS DE REFRIGERANTE RECICLÁVEIS	6,5	5,8	6,2	6,6	5,3	7,6	3,8	6,6	4,8	53,2	
PLÁSTICOS NÃO LEVADOS À RECICLAGEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAPELÃO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	14,9	14,6	13,6	15,8	14	15,2	10,9	15,3	11	125,3	
DIVERSOS	2,3	2,2	2,1	2,8	2,5	2,4	2,5	2,4	2,8	22	
OBSERVAÇÕES:											
ORGÂNICO: FOI QUANTIFICADO RESTOS DE COMIDA DESCARTADOS NAS LATAS DE LIXO.											
COPOS PLÁSTICOS: FORAM QUANTIFICADOS NAS SALAS GERAIS DA ESCOLA.											
PAPEL NÃO LEVADO A RECICLAGEM: NESTE CASO TODOS OS PAPÉIS DESCARTADOS FORAM JUNTADOS, OU SEJA, AQUELES DAS SALAS DE AULA E O DESCARTE DE BANHEIRO											
DIVERSOS: FOI QUANTIFICADOS OS LIXOS EM GERAL ACIMA NÃO CONTABILIZADOS, POR EXEMPLO, FOLHAS DE ÁRVORES, TERRA, PLÁSTICOS EM GERAL, ETC											
TODO O LIXO FOI PESADO EM EMBALAGENS PLÁSTICAS POR BALANÇA DE PRECISÃO, TENDO COMO UNIDADE O QUILOGRAMA (KG)											

Fonte: própria

Quadro 4: Total do lixo, em quilogramas, recolhido analisando as duas coletas dos quadros anteriores

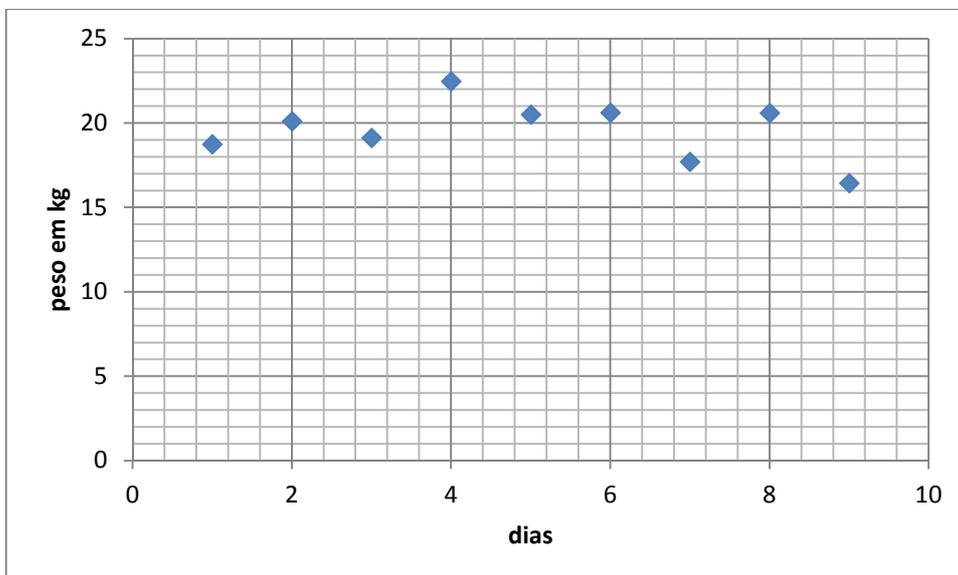
DIA E QUANTIDADE	LIXO COLETADO E PESADO DO COLÉGIO DO PROJETO - GERAL E CANTINA									
	29/out	30/out	31/out	01/nov	05/nov	06/nov	07/nov	08/nov	09/nov	TOTAL
TOTAL DO LIXO GERAL SEM CANTINA	14,9	14,6	13,6	15,8	14	15,2	10,9	15,3	11	125,3
TOTAL DO LIXO PRODUZIDO NA CANTINA	3,85	5,52	5,53	6,67	6,51	5,42	6,81	5,3	5,44	51,05
TOTAL GERAL SOMANDO AS DUAS	18,75	20,12	19,13	22,47	20,51	20,62	17,71	20,6	16,44	176,35

TODAS AS MEDIDAS USADAS NESTAS RELAÇÕES TAMBÉM SEGUEM OS CRITÉRIOS ADOTADOS NAS TABELAS ANTERIORES, OU SEJA, A UNIDADE É EM KG

Fonte: própria

Como é visto nos quadros acima, a quantidade de lixo contabilizada, fica mais complexa quando se tenta analisá-las separadamente e por tipo de lixo, pois as variáveis são múltiplas. Dessa maneira, o modelo proposto teria que englobar um número de variáveis menor e uma situação mais viável para construção e execução do mesmo. Na figura 9, conseguimos analisar a variável da produção total dia a dia, quantificando as duas coletas simultaneamente. Usando o recurso da construção de gráficos, os alunos conseguiram visualizar o comportamento gráfico abaixo.

Figura 9: Esboço gráfico da produção de lixo total contada nas nove coletas.



Fonte: própria

Notemos que a situação de função existe, porém, não seria um modelo de função fácil de ser determinado. Uma vez que seu comportamento é parecido com uma função polinomial, mas sem precisão de análise para sua construção. Os alunos envolvidos sabiam os conceitos de polinômios, mas sem raízes, termo independente,

pontos mais claros de observação, optaram por encontrar um modelo mais simples de análise para a situação proposta.

Ao analisarem os dados eles, em um primeiro momento tiveram dificuldades em ver o modelo, sendo assim com a intervenção do professor e uma sugestão de pesquisas sobre interpolação polinomial, a partir dos pontos construídos com a coleta dos dados eles conseguiram alguns exemplos de programas que ajudavam a identificar o polinômio. Porém, o que melhor serviu para visualizar o comportamento do polinômio, segundo levantamento deles, foi um programa chamada VCN (Visual Cálculo Numérico), desenvolvido por alunos da PUC Minas, sendo de acesso livre. Assim, utilizando o VCN, jogando os dados obtidos puderam chegar a um polinômio descrito abaixo.

Figura 10: Descrição do polinômio usando o VCN

1)Ajuste Polinomial - $Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 + \dots + b_p X^p$

Principal Gráfico

Número de Pontos(n): 8 Grau do Polinômio (p): 8

I =	Ponto: 1 =	Ponto: 2 =	Ponto: 3 =	Ponto: 4 =	Ponto: 5 =	Ponto: 6 =
X =	1	2	3	4	5	
Y =	18,5	20,12	19,13	22,47	20,51	
Y calculado=	18,4999999994390398	20,1200000041000541	19,1299999862096239	22,4700000270037493	20,5099999668186261	20,62000002
d Resíduo=	5,60960174145197499E-10	-4,10005410005076509E-9	1,37903761483065823E-8	-2,7003749266188426E-8	3,31813738620873044E-8	-2,60836144853

Erro Total:2,8946911205966751E-15 Coeficiente de Determinação:0,99999999999999989

X . B = Y

Matriz Somatório do X

Matriz	Coluna:1	Coluna:2	Coluna:3	Coluna:4	C
Linha:1	$\sum X$	$\sum X^2$	$\sum X^3$	$\sum X^4$	
Linha:2	$\sum X$	$\sum X^2$	$\sum X^3$	$\sum X^4$	$\sum Y$
Linha:3	$\sum X^2$	$\sum X^3$	$\sum X^4$	$\sum X^5$	$\sum YX$
Linha:4	$\sum X^3$	$\sum X^4$	$\sum X^5$	$\sum X^6$	$\sum YX^2$
Linha:5	$\sum X^4$	$\sum X^5$	$\sum X^6$	$\sum X^7$	$\sum YX^3$
Linha:6	$\sum X^5$	$\sum X^6$	$\sum X^7$	$\sum X^8$	$\sum YX^4$
Linha:7	$\sum X^6$	$\sum X^7$	$\sum X^8$	$\sum X^9$	$\sum YX^5$
Linha:8	$\sum X^7$	$\sum X^8$	$\sum X^9$	$\sum X^{10}$	$\sum YX^6$

Matriz dos Termos de b

Vetor	Coluna:1
b0:	-461,34001157882066
b1:	1235,19491112165751
b2:	-1240,49274500760836
b3:	650,7113079913241
b4:	-198,184046694265602
b5:	36,3339592629184601
b6:	-3,95237510167213979
b7:	0,23486905367613005
b8:	-0,00586904777040029355

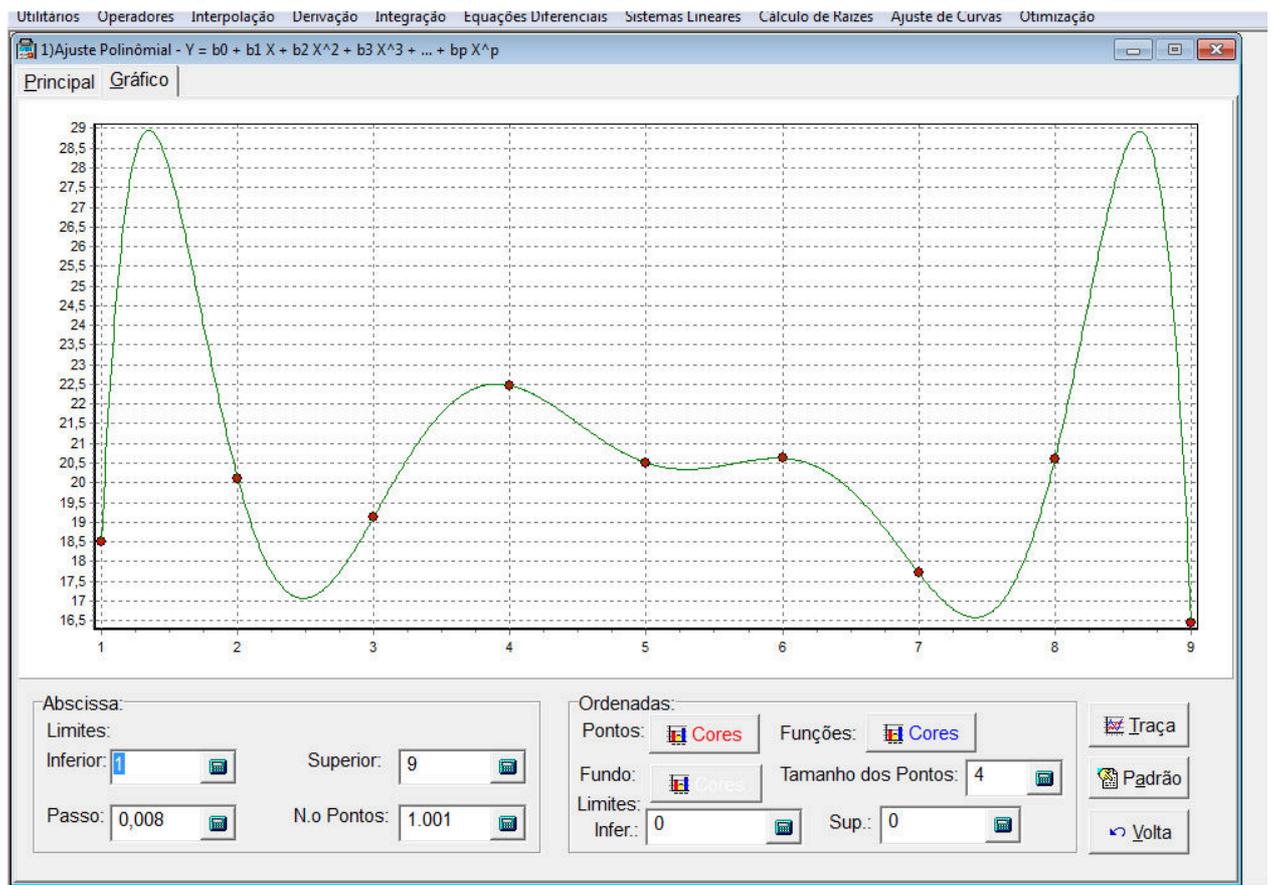
Matriz Somatório de Y

Vetor	Coluna:1
Linha:2	$\sum YX$
Linha:3	$\sum YX^2$
Linha:4	$\sum YX^3$
Linha:5	$\sum YX^4$
Linha:6	$\sum YX^5$
Linha:7	$\sum YX^6$
Linha:8	$\sum YX^7$
Linha:9	$\sum YX^8$

A função polinomial é: $-461,34001157882066 + 1235,19491112165751X - 1240,49274500760836X^2 + 650,7113079913241X^3 - 198,184046694265602X^4 + 36,3339592629184601X^5 - 3,95237510167213979X^6 + 0,23486905367613005X^7 - 0,00586904777040029355X^8$

Fonte: própria

Figura 11: Gráfico usando o recurso do VCN



Fonte: própria

Sendo assim, a dificuldade em analisar este polinômio de grau 8 construído com o auxílio do software e a aplicabilidade nos contextos matemáticos de domínio dos alunos, acabou-se por gerar um pequeno imprevisto, porém, daria para construir o modelo a partir da função sugerida pelo programa. Note que esta função de polinomial de oitavo grau, com ferramentas mais detalhadas e um tempo de pesquisa maior seria possível aplicar tal modelo. Com tudo, o tempo sugerido e as ferramentas matemáticas de posse dos alunos impossibilitariam tal desenvolvimento com eficácia de praticidade.

Sugeriram então calcular a média diária em quilogramas recolhida durante um período de trinta dias. Para obter o total estimado de lixo acumulado neste prazo utilizaram os dados da tabela recolhidos durante os nove dias e construíram uma regra de três estimando este total de detritos. O número encontrado por eles foi aproximadamente 587,83 kg. Usando os conceitos de média encontraram a produção diária média, um total de aproximadamente 19,594 kg. De posse deste valor médio

diário, conseguiram calcular a produção individual de cada pessoa presente na instituição, simplesmente dividindo o valor médio diário pelo número de pessoas presentes na escola. Para estimar o número de pessoas na escola, eles estabeleceram os seguintes dados, teriam 17 professores (um em cada sala de aula), 15 funcionários fixos e 580 alunos presentes, totalizando 612 pessoas presentes na escola todos os dias. Sendo assim, encontraram a produção individual de cada pessoa dividindo 19,594 kg por 612 presentes, obtendo aproximadamente 0,03202 kg/hab.

Utilizando esta estimativa eles conseguiram obter um modelo de produção de lixo em função do número de pessoas presentes na instituição, que seria dada pela expressão: Quantidade de lixo produzida (Q) = 0,03202 x número de pessoas presentes (p), utilizando as variáveis e as notações matemáticas de funções encontrando a expressão: $Q(p) = 0,03202 \times p$, sendo Q expresso em quilogramas.

Para concluir este modelo, utilizaram os conceitos da estatística (análise de dados, média aritmética, construção de gráficos e tabelas), o conceito de função afim linear ($f(x) = ax$), grandezas diretamente e inversamente proporcionais, crescimento e decréscimo de função linear, comportamento gráfico de funções lineares e, estimativa de dados.

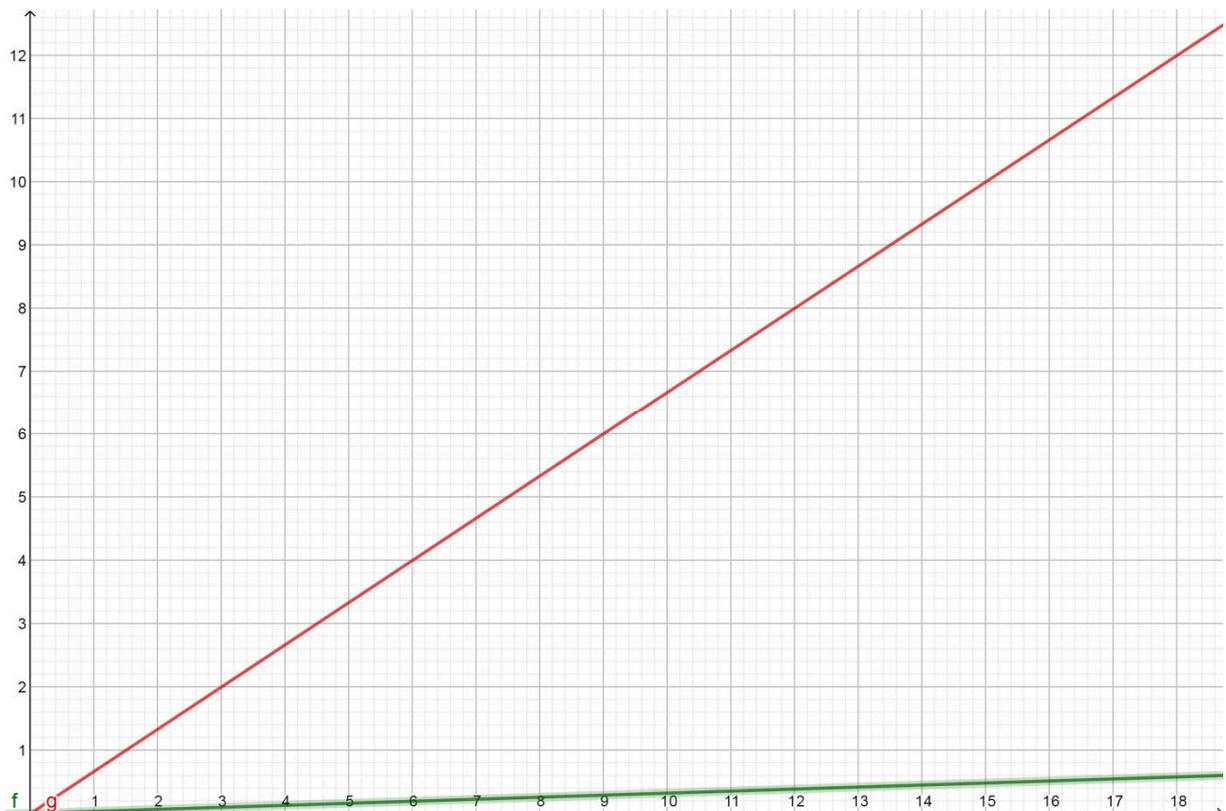
Os alunos encantaram-se com a experiência e baseado no modelo que eles produziram e utilizando os dados levantados sobre a população e a quantidade de lixo produzida no município de Aparecida de Goiânia, no item 3.2 do capítulo 3 deste trabalho, resolveram estimar uma função para a produção do município a partir dos dados do aterro sanitário fornecidos a eles, claro em situação fictícia uma vez que tais dados necessitariam de uma análise mais aprimorada e enriquecida com o auxílio de dados estatísticos e conceitos da mesma, propuseram um modelo analisado a luz dos dados conhecidos a partir do capítulo citado acima. O interessante neste passo foi a possibilidade de expandir, com as ferramentas certas e com o apoio didático correto, os conceitos construídos por eles.

Segundo as informações a produção diária de lixo no município recolhida pelos caminhões coletores seria 400 toneladas, ou seja, 400.000 kg/dia. Como a estimativa de habitantes do município é de aproximadamente 600.000 habitantes, temos que a

produção diária por habitante, tendo como referência estes dados seria de aproximadamente 0,6667 kg/hab. Usando o modelo por eles construído, a expressão matemática para exemplificar a produção diária de lixo na cidade (q) em função do número de habitantes (p) seria: $q(p) = 0,6667 \times p$, com Q em quilogramas.

De volta em sala de aula, ao discutirmos os resultados, eles concluíram algumas ponderações bem interessantes, como exemplo, a produção de lixo mensal da escola é aproximadamente 21 mil vezes a produção do município no mesmo período. A produção de lixo pela escola e pela cidade seria a mesma somente no caso em que não existirem habitantes contabilizados, ou seja, $p = 0$. Notaram também que ambas as funções são crescentes, pois possuem a taxa de variação positiva e, que a função do município cresce mais rapidamente do que a da escola.

Figura 12: Esboço dos gráficos das funções Q produção diária da escola e q produção diária do município.



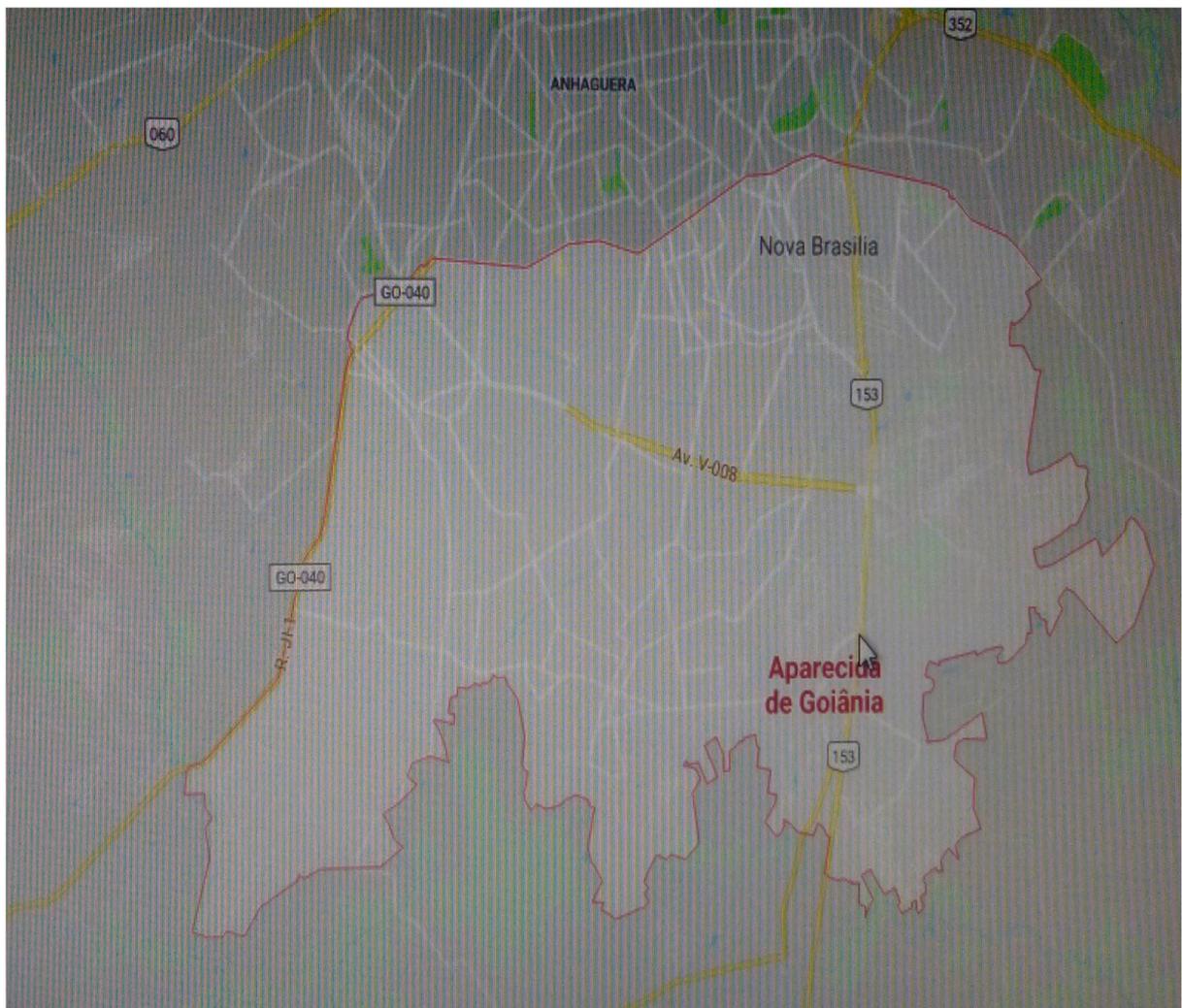
Fonte: própria, note que na representação $q(p) = g$ e $Q(p) = f$

Ao analisarem os resultados, foi apresentado a eles o texto que originou projeto. A partir da iniciativa deles, também cogitaram a ideia de construir um modelo

baseado na mesma ideia, porém, com utilizando artifícios distintos daqueles apresentados no texto.

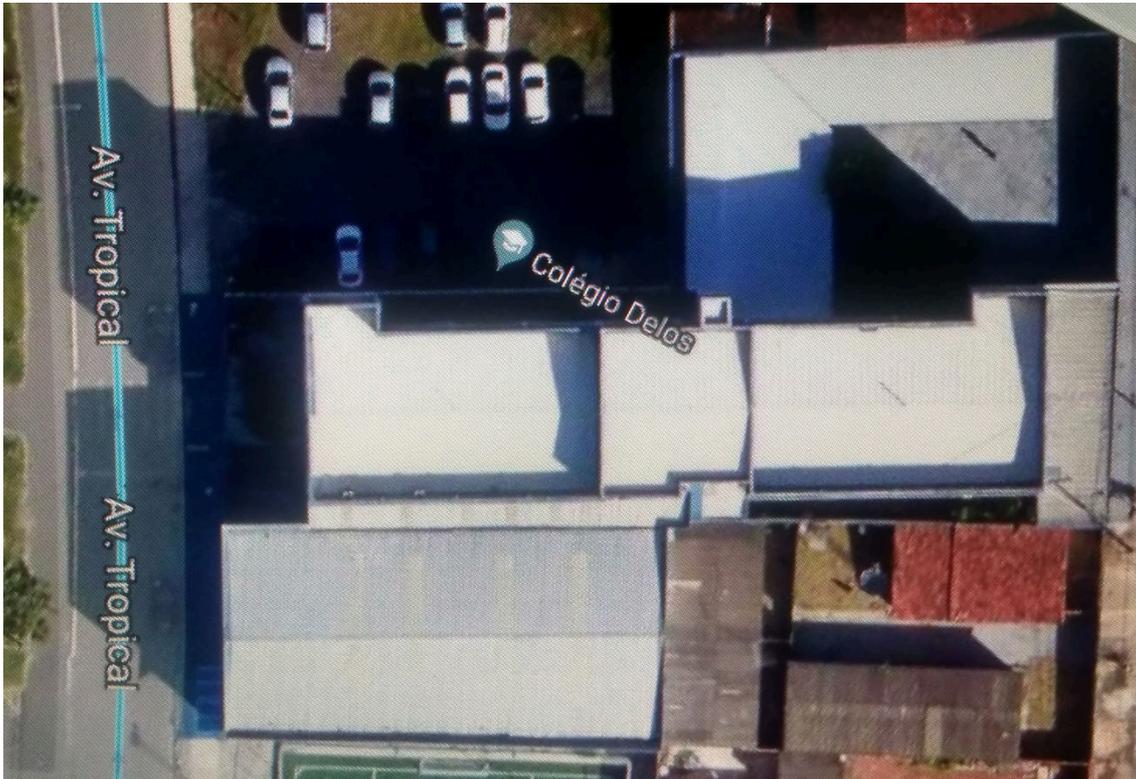
Conseguiram levantar a área construída da escola, aproximadamente, que seria de 2020 metros quadrados. A do município seria de aproximadamente 288.500.000 metros quadrados. Utilizando algumas tecnologias como, por exemplo, Google Maps, conseguiram duas imagens representadas na sequência.

Figura 13: Mapa da cidade de Aparecida de Goiânia na escala de 1:200.000.



Fonte: Google Maps

Figura 14: Vista aérea da escola com a utilização do Google Maps.



Fonte: Google maps

Notem que na imagem aérea da escola dois lotes se complementam, ou seja, o lote que falta pode ser substituído pelo que sobra, sem perda de espaços. Sendo assim, pode-se tomar a área construída como um retângulo de dimensões 20 m x 101 m aproximadamente. Ou seja, se dividirmos toda a área da cidade de Aparecida de Goiânia por retângulos com estas dimensões teremos que serão necessários um total de 143 retângulos para cobri-lo totalmente.

Analisando a área construída da escola como esse retângulo de dimensões 20 m x 101 m, os alunos conseguiram estimar a quantidade, em quilogramas, de lixo produzida por metro quadrado da escola, usando uma ideia parecida com a do modelo anterior, com a mudança da taxa de variação. Para calcular essa taxa de variação, os discentes usaram a produção diária média, 19,594 kg/dia e dividiram pela área do retângulo representativo, encontrando 0,0097 kg/ m². Usando o mesmo artifício do

modelo anterior, puderam esboçar uma equação matemática que fornece a quantidade de lixo produzida por metro quadrado: quantidade de lixo produzido (Q) = $0,0097 \times \text{área (a)}$, ou seja, $Q(a) = 0,0097 \times a$, com Q dado em quilogramas e a em metros quadrados.

Assim, como no modelo anterior, também estenderam a ideia para o município, sendo a taxa de variação calculada pela razão entre a produção diária de lixo da cidade, 400.000 kg, pela área do mesmo, 288.500.000 m², encontrando 0,00139 kg/m². Portanto, a equação ficaria descrita desta forma: $q(a) = 0,00139 \times a$, com q em quilogramas e a em metros quadrados.

Neste caso, os alunos para chegarem aos resultados propostos, utilizaram os conceitos de áreas de figuras planas, análise de funções lineares, crescimento e decréscimo de funções lineares, dados estatísticos, análise de gráficos, conceito de razão, relação entre grandezas e conceito de média de dados.

Capítulo 5

Atitudes propostas para amenizar a problemática do lixo na escola

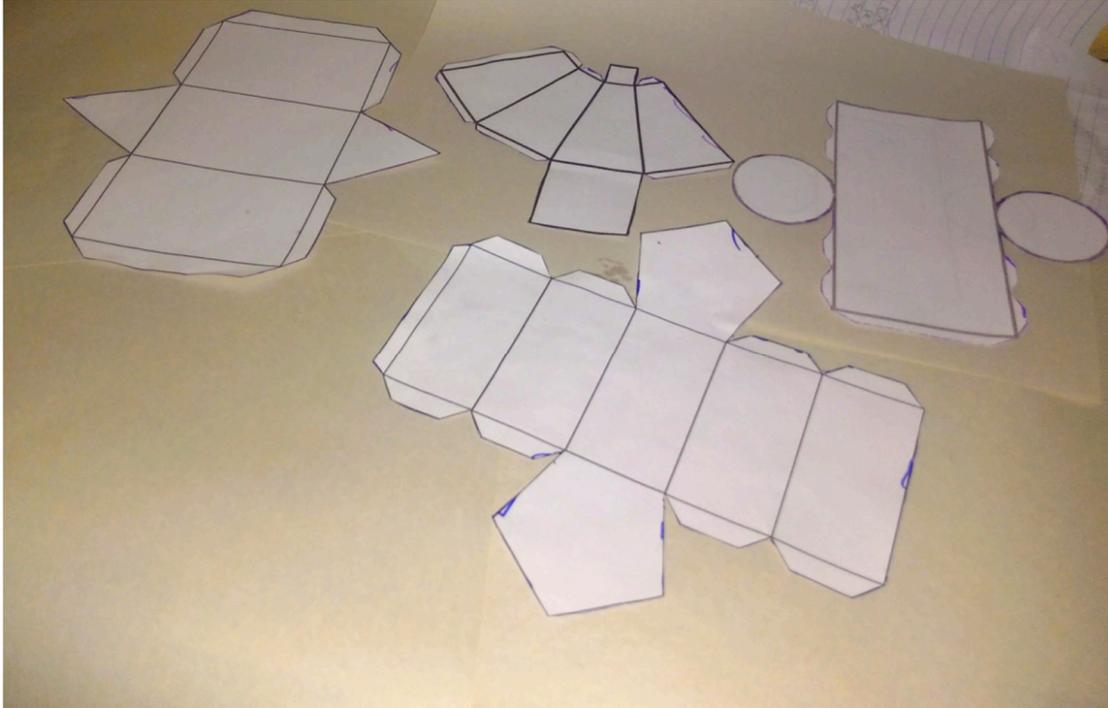
Com tantas informações e novidades a respeito da realidade em que estavam imersos, os alunos, sentiram-se incomodados com a situação, tentarão encontrar uma solução para reduzir o descarte de lixo, e conseguiram uma proposta bem interessante, em especial com as folhas de caderno dispensadas dia a dia na sala de aula.

Com o intuito de diminuir a quantidade de lixo descartado, foi sugerida a missão de encontrar uma utilização para os rejeitos descartados, a fim de reaproveitar o material antes de sair da escola. Foram muitas as ideias, desde aproveitamento do lixo orgânico para adubação de hortaliças até criação de um centro de separação do lixo para venda a instituições de reciclagem. Com o tempo curto para a realização do projeto e a necessidade de resultados rápidos, surgiu a possibilidade de trabalhar com o papel de folhas de caderno, apostilas descartadas no lixo, e os papéis diversos descartados. Assim sendo, a ideia de aproveitar os papéis para construção de sólidos geométricos surgiu como uma possibilidade real e acessível. Então, foram pensadas as situações de reciclagem do papel de maneira artesanal.

Surgiu a ideia de construir sólidos espaciais a partir de papel reciclado artesanalmente. Vários sólidos foram pensados. Foram impressos alguns modelos retirados do site Google Imagens¹, imprimindo-se diversos modelos de sólidos geométricos, para servirem de modelos construtivo para as figuras.

¹ Ver mais detalhes em: https://www.google.com/search?q=solidos+geometricos+para+montar&source=lnms&bm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjhppHGILPkAhWbGbkGHUXdDQ4Q_AUIEigC&biw=1254&bih=634

Figura 15: Imagens dos sólidos planificados utilizados para os moldes



Fonte: própria

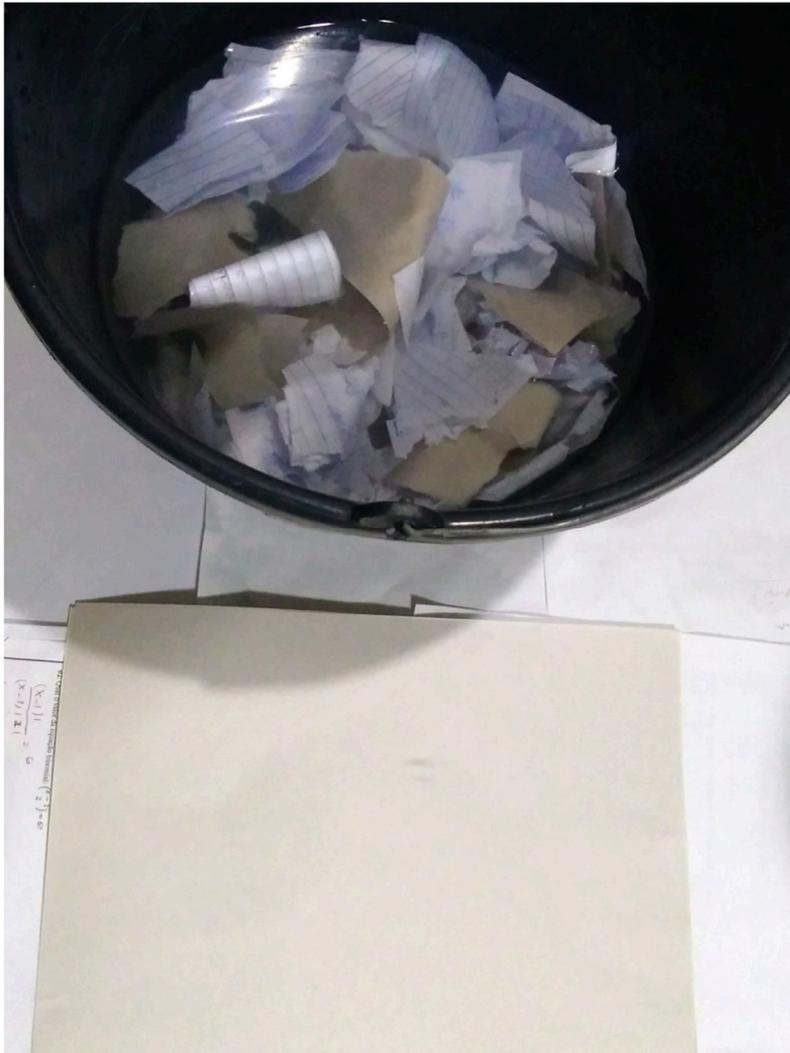
A primeira tentativa foi a de reciclar o papel de maneira artesanal, utilizando as várias ideias sugeridas pelos sites pesquisados. Em especial, a maneira utilizada foi a do site Arte Reciclada². Vejam:

- 1 – Cortar os papéis em pedaços pequenos, colocar de molho em um balde ou bacia, por 24 horas, imersos em água;
- 2 – Utilizando um multiprocessador de cozinha (substituindo o liquidificador sugerido pelo exemplo) foi possível criar as condições para construir a massa de papel a ser reciclado;
- 3 – Retira-se o papel utilizando uma peneira e, com jornais ou materiais que possam ajudar a secagem da mistura;
- 4 – Com o auxílio de uma forma de bolo quase no tamanho de uma folha A4, moldamos o papel e com prensas feitas de livros e materiais pesados conseguiram

² Ver mais detalhes em <http://www.arterecyclada.com.br/passo-a-passo/reciclagem-artesanal-de-papel>.

chegar ao papel quase igual ao mostrado na imagem do site, mais fino em espessura de qualidade muito simples.

Figura 16: Processo de reciclagem artesanal do papel.

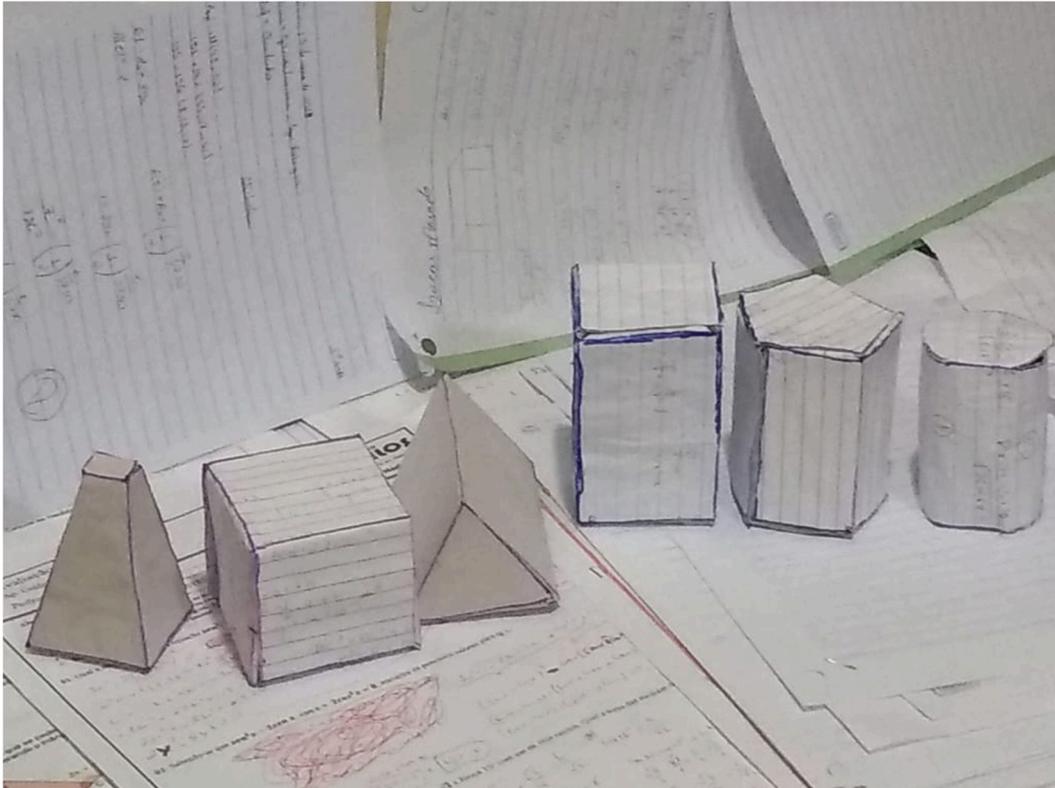


Fonte: própria

O problema encontrado pelos alunos foi o tempo demandado para o processo e o grande gasto de água. Por conseguinte, como o intuito era diminuir a quantidade de papéis lançados no lixo, alguns tiveram a ideia de, ao invés de tentar reciclar a matéria prima, simplesmente fazer colagens das folhas, para obterem o material mais resistente para construção dos sólidos. Ficou viável e vantajoso, pois na confecção de cada nova folha, eram utilizadas mais ou menos, seis ou sete antigas, que haviam sido descartadas no cesto de lixo. O resultado surpreendeu a todos. Assim, conseguiram maior rendimento em um tempo muito menor, chegando ao mesmo

resultado, com uma qualidade quase igual a anterior. Chegaram esse número de colagens de folhas por tentativas e testes, fechando o número de seis a sete folhas para cada uma.

Figura 17: Modelos de sólidos construídos com papel reciclado ou reaproveitado



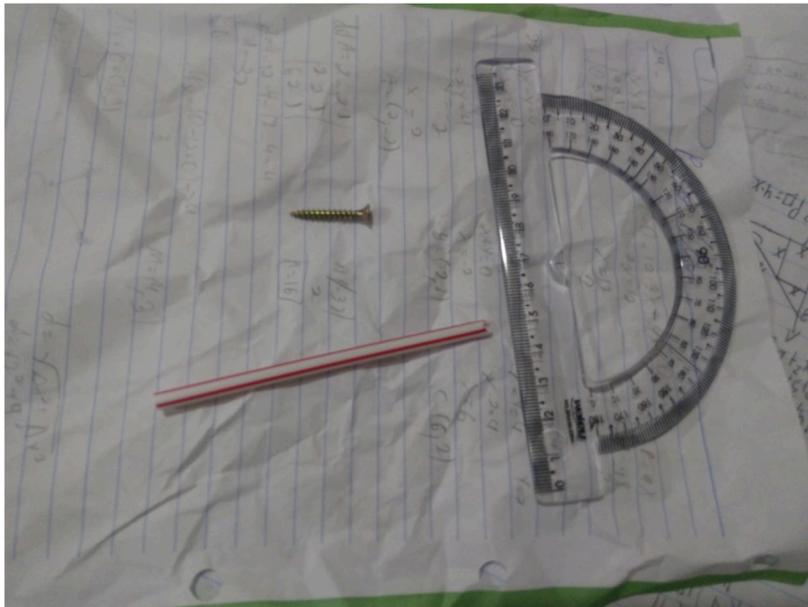
Fonte: própria

Ao final puderam analisar volume, área e relações diversas com os sólidos por eles construídos. Com esse projeto de colagem, observaram que poderiam diminuir muito a quantidade de papel jogada na lixeira. Se todos os alunos de cada sala pudessem construir um sólido apenas utilizando os papéis dispensados teriam a diminuição de aproximadamente, levando em conta que uma folha de papel tem massa igual a mais ou menos 0,00465 kg (informação obtida no site Tamanhos de papel) de 580 (alunos) \times $0,00465$ (peso de cada folha) \times 7 (número de folhas usadas) que gera um resultado de $18,879$ kg de papel reutilizados. Destes, menos de 12% não são reaproveitados por conta dos cortes, voltando para o lixo.

Surgiu também uma ideia muito criativa, que acabou compartilhada neste trabalho. A ideia consistia em construir um teodolito a partir de um transferidor com medida de 180° , um parafuso, um canudo e algo para fixá-lo no objeto. Mais sofisticado que o exemplo anterior, porém contribui para o reaproveitamento dos

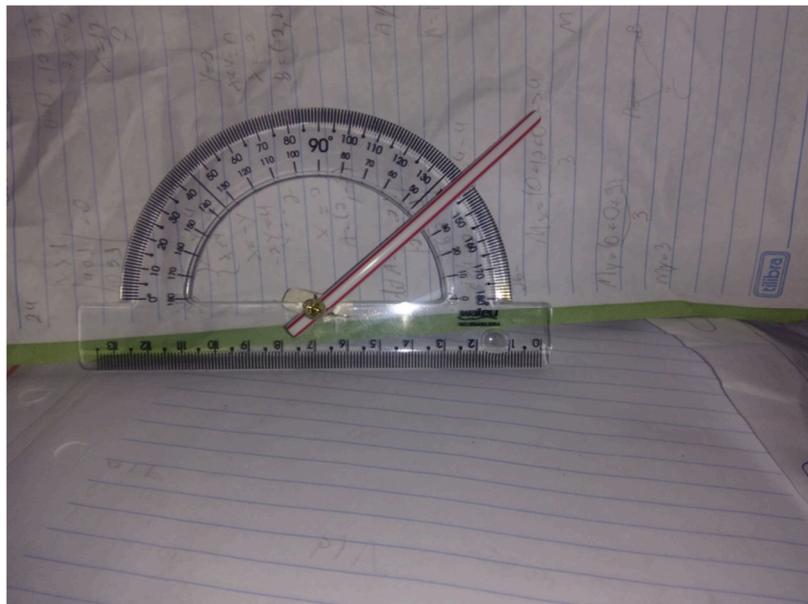
canudos descartados e parafusos de pequeno porte, que também podem ser reaproveitados do lixo reciclável.

Figura 18: Materiais utilizados para construir o teodolito



Fonte: própria

Figura 19: Teodolito construído após o uso dos materiais descartados



Fonte: própria

Sendo assim a possibilidade de aferir ângulos usando um aparelho construído com materiais reaproveitados, a possibilidade de analisar os sólidos geométricos usando papel reciclado manualmente ou por colagem apresentaram oportunidades

antes pouco exploradas ou pensadas pelos alunos, com isto conseguiu-se o objetivo do trabalho: propor uma nova maneira de estudar matemática, analisar os resultados ou construir a matemática cotidianamente. Apresenta-se então assim uma infinidade de situações que possibilitam a aplicabilidade da modelagem.

Considerações finais

Como não encetar-me com esse projeto? Sou muito propício aos conceitos matemáticos puros, amo as combinatórias e probabilidades; sou encantado com a geometria e seus mistérios; sinto-me provocado pela lógica dos contextos matemáticos. Porém, fui sugerido realizar um trabalho totalmente fora daquilo que me deixava mais a vontade para trabalhar.

Quando foi sugerido pela Prof.^a Dr. Kéllem Gomes a estudar e projetar meu trabalho usando os conceitos e ideias de modelagem, a princípio assustou muito a sugestão, pois pouco conhecia a respeito do assunto, e por essa razão teria que pesquisar com muito carinho e atenção os conceitos para tentar aplicar os modelos.

Quando tomei conhecimento de algumas bibliografias a respeito do assunto, em especial Bassanezi (2006) e Almeida, Silva e Vertuan (2013), pude então planejar meu projeto e escolher o campo de atuação do mesmo.

O colégio de Aparecida de Goiânia utilizado para a aplicação do processo de modelagem é uma instituição de ensino com mais de 16 anos de existência, sendo que destes, faço parte de exatos 15 anos de sua história. Contando com a parceria singular dos diretores, colaboradores e alunos, foi possível a implantação das ideias para meu trabalho.

Enquanto acadêmico no curso de Licenciatura de Matemática, pouca coisa eu pude conhecer a respeito de modelagem. Terminei minha graduação com a preocupação de ensinar os conteúdos, aplicar as fórmulas, preparar o aluno para prestar os mais diversos processos seletivos e obter êxito. Mas, muitas dessas minhas atitudes foram heranças do meu período de graduação, uma vez que eram muito enfatizados os conteúdos de cálculo e companhia, e pouco se comentava sobre a educação e os métodos educativos para o ensino da matemática.

Ainda sofremos com esse modelo engessado, rígido, do qual se preocupam com o cumprimento da grade curricular sem levar em consideração o entender, o compreender, o aplicar, o “para que serve”. Uma situação que muito contribui para o

fortalecimento deste modelo mais “conteudista” e menos prático sem sombra de dúvidas, são os processos seletivos, dado que, a cada ano tornam-se mais teóricos, mais voltados a cobrar em suas questões o que, e esquecendo-se do porquê.

O que pude visualizar com todo o desenvolvimento da pesquisa foi uma possibilidade de renovação dos currículos, uma nova abordagem para o ensino da matemática. A oportunidade de mostrar para os alunos que estudar e aprender matemática pode ser divertido, pode ser extremamente interessante. Que os conteúdos não são só para encher as folhas do caderno, que podem ser aplicados em situações problemas diversos.

A verdade é que a preocupação com os conteúdos programáticos acaba por se transformarem em um empecilho para a criação e para a tentativa de uma renovação nos métodos de ensino da matemática. O querer estar na zona de conforto, como era meu caso no começo da escolha do projeto, acaba por nos deixar sem motivação ou inspiração para aplicar novas ideias para o ensino da matemática.

O professor deve reconhecer seu papel como agente transformador, como mediador para a construção do conhecimento. Devemos ter a consciência de que mudar, melhorar e colaborar para as mudanças é uma possibilidade palpável. A realização deste trabalho conseguiu mostrar-me como poderia, nem que por alguns dias, trazer toda a beleza e a aplicabilidade da matemática. Além disso, propiciou a chance encurtar os laços entre os agentes construtores do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos matemáticos.

O mais motivador no desempenho das atividades do desenvolvimento do projeto, foi ver os alunos apoiando cada instante, participando com um brilho no olhar poucas vezes visto no decorrer das aulas normais em sala. O participar em campo, coletar, pesar, organizar os dados, produzir resultados e, achar um destino para um modelo de lixo no reaproveitamento para construção de objetos diversos, não tem como não elogiar ou se encantar. Isso nos leva a ter certeza de que a matemática não é uma ciência seletiva e nem um conhecimento para poucos, ao contrário, ela pode ser para todos. O que se torna necessário para a facilitação do processo de aprendizagem é a escolha da ferramenta certa e a motivação correta.

Tive a oportunidade de conhecer essa pessoa ímpar chamada Elisabeth, que com seus conhecimentos e defesa da educação matemática, tornou mais sólida meu encantar com a modelagem, fazendo com que acreditássemos na sua aplicação à educação básica.

Ao aplicarmos a ideologia da modelagem ao nosso projeto, chamo de nosso porque sem eles não teria como fazê-lo acontecer, pude visualizar uma possibilidade de execução de ideias, trabalho em equipe e compromisso que poucas vezes pude observar. Vimos como o interesse por algo que lhes é oportunizado para discutir os conteúdos de maneira diferente, sem problemas com obrigatoriedade ou imposição curricular, engrandece o processo de aprendizagem. Os alunos cresceram muito com a oportunidade descrita, ao ponto de sentirem necessidade de expandir os conceitos além das ideias sugeridas no projeto.

Saio outro educador após a realização desta tarefa, que antes me parecia um problema com muita dificuldade de resolução, mas que ao final mostrou-se uma ferramenta didática fantástica para aprimoramento dos conteúdos.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Loudes Werle de. SILVA, Karina Pessoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem matemática na educação básica**. 1. Ed. 1ª reimpressão – São Paulo: Contexto, 2013.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3. ed. – São Paulo: Contexto, 2006

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem matemática: teoria e prática**. – São Paulo: Contexto, 2015

BITENCOURT, Karliúzia Fonseca. **Educação matemática por projetos na escola: prática pedagógica e formação de professores**. – 2. ed.- Curitiba: Appris, 2013 (Coleção Educação).

FONSENCA, Kátia Rúbia Silva Carneiro. Artigo: **A modelagem matemática no ensino básico**, Disponível em <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7495>>. Acesso em: dezembro de 2018

MATTEI, Fabiana. Artigo: **A modelagem como ferramenta para a construção de conhecimento matemático**, Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/272/1/FabianaMattei.pdf>> , Acesso em: dezembro de 2018.

Sites

Peso e tamanhos de papel < www.tamanhosdepapel.com/ pesos-de-papel.htm>, Acesso em dezembro de 2018.

Reciclagem de papel de maneira artesanal <<http://www.arterecyclada.com.br/passoa-passo/reciclagem-artesanal-de-papel>>, Acesso em dezembro de 2018.

Sólidos planificados

<https://www.google.com/search?q=solidos+geometricos+para+montar&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjhppHGILPkAhWbGbkGHUXdDQ4Q_AUIEigC&biw=1254&bih=634> , Acesso em dezembro de 2018.

Dicionário eletrônico Houssais, disponível em: <<https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#0> >

Aterro sanitário de Goiânia, disponível em:

<https://www.google.com/search?biw=1254&bih=634&tbm=isch&sa=1&ei=37ttXeOQE7HW5OUPybuV2Aw&q=aterro+sanitário+de+goiânia&oq=aterro+sanitário+de+goi&gs_l=img.3.0.0j0i24.23767.32097..35342...3.0..0.200.3308.0j22j1.....0....1..gws-wiz-img.....35i39j0i67j0i10i24.8Xk6RVV0kmY>

Aterro sanitário de Aparecida de Goiânia, disponível em:

<https://www.google.com/search?biw=1254&bih=634&tbm=isch&sa=1&ei=37ttXeOQE7HW5OUPybuV2Aw&q=aterro+sanitário+de+goiânia&oq=aterro+sanitário+de+goi&gs_l=img.3.0.0j0i24.23767.32097..35342...3.0..0.200.3308.0j22j1.....0....1..gws-wiz-img.....35i39j0i67j0i10i24.8Xk6RVV0kmY>

A HISTÓRIA DA MODELAGEM MATEMÁTICA: Uma perspectiva de didática no Ensino Básico.

http://www.editorarealize.com.br/revistas/epbem/trabalhos/TRABALHO_EV065_MD1_SA16_ID815_30102016193610.pdf