

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

**UM ESTUDO DE CASO: A UTILIZAÇÃO DE PRINCÍPIOS DA
MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA
VIABILIZADORA DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM
MAIS SIGNIFICATIVO AOS ALUNOS.**

**ELAINE CRISTINA BARBOSA DA SILVA DE
ALBUQUERQUE**

2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**UM ESTUDO DE CASO: A UTILIZAÇÃO DE PRINCÍPIOS DA
MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA
VIABILIZADORA DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM MAIS
SIGNIFICATIVO AOS ALUNOS.**

ELAINE CRISTINA BARBOSA DA SILVA DE ALBUQUERQUE

Sob a Orientação do Professor
José Roberto Linhares de Mattos

e Co-orientação do Professor
Pedro Carlos Pereira

Dissertação submetida como requisito parcial à obtenção do título de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola. Área de Concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ
Agosto de 2011

511.8
A345e
T

Albuquerque, Elaine Cristina Barbosa da Silva de, 1974-
Um estudo de caso: a utilização de princípios da modelagem matemática como estratégia viabilizadora de um ambiente de aprendizagem mais significativo aos alunos / Elaine Cristina Barbosa da Silva de Albuquerque - 2011.
56 f.: il.

Orientador: José Roberto Linhares de Mattos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola.
Bibliografia: f. 51-53.

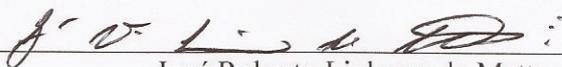
1. Matemática - Estudo e ensino - Teses. 2. Modelos matemáticos - Teses. 3. Ensino profissional - Teses. I. Mattos, José Roberto Linhares de, 1958-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA

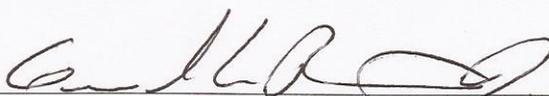
ELAINE CRISTINA BARBOSA DA SILVA DE ALBUQUERQUE

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

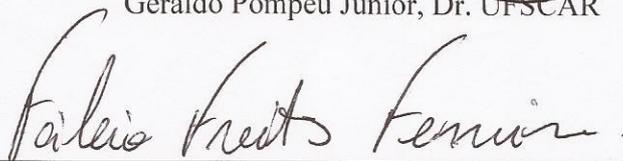
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/08/2011.



José Roberto Linhares de Mattos, Dr. UFF



Geraldo Pompeu Júnior, Dr. UFSCAR



Fábio Freitas Ferreira, Dr. UFRRJ

Com afeto, dedico este trabalho

*A **Deus**. Senhor, sem teu agir em minha vida, nada seria possível.*

*A **Rafael e Raquel**, filhos amados. Vocês são meus tesouros.*

*A **Eliel**, meu marido, com amor...*

*Aos **adolescentes e jovens brasileiros**, sobretudo àqueles que se utilizam do ensino técnico para colaborar com outros, em ações na busca do bem comum.*

A palavra de Deus diz que:

*“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse **amor**, seria como metal que soa e como o sino que tine.*

*E ainda que tivesse o dom de profetizar, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse **amor**, nada seria.*

*E ainda que distribuísse toda a minha fortuna para sustento dos pobres, e ainda que entregasse o meu corpo para ser queimado e não tivesse **amor**, nada disso me aproveitaria.*

Não se porta com indecência, não busca os seus interesses, não se irrita, não suspeita mal. Não folga com a injustiça, mas folga com a verdade.

Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta”

(I Cor, 13:1,7)

*A **vida** não existe sem **amor**. É por este motivo que, neste momento, agradeço a algumas pessoas pelo afeto e dedicação dispensados a mim. De antemão, desculpo-me pelo esquecimento de um ou outro nome.*

*A **Deus**, por me conceder vida e condições para alcançar esta vitória.*

*Ao **Prof.º Dr. José Roberto Linhares de Mattos**, por ter aceitado o desafio de me orientar.*

*Ao **Prof.º Dr. Pedro Carlos Pereira**, por sua significativa colaboração neste trabalho e por sua amizade.*

*Ao **Prof.º Dr. Fábio Freitas Ferreira**, por gentilmente atender o convite para compor a banca de defesa de minha dissertação.*

*Ao **Prof.º Dr. Geraldo Pompeu Jr.**, por gentilmente atender o convite para compor a banca de defesa de minha dissertação, pelo incentivo e principalmente por disseminar um ensino da matemática expressivo para o aluno.*

*Ao **Prof.º Dr. Gabriel de Araújo Santos**, coordenador do PPGEA, por oportunizar programa tão rico em sua natureza de integração e inclusão.*

*A **Prof.ª Dra. Sandra Barros Sanchez**, coordenadora substituta do PPGEA, diretora substituta do CTUR e principalmente amiga, pelo apoio, carinho e confiança.*

*Aos **Professores do Curso de Mestrado do PPGEA** que, com dedicação, acrescentaram-me conhecimento.*

Ao **Prof.º MSc. Ricardo Crivano Albieri**, diretor do CTUR, por permitir meu afastamento para cursar o mestrado e pelo apoio.

Aos **meus queridos alunos da turma 34/2011 do Curso de Agropecuária Orgânica do CTUR**, Aimée, Aline, Amanda, Anderson, Arthur, Beatriz, Caroline, Débora, Diogo, Gabriel, Gabrielle, Isabella, Isis, Janara, Juliana, Karina, Lethicia, Letícia, Luãn, Maristela, Paloma, Pedro, Rafael, Rayanne, Taiane, Taylany, Thaianne, Thaís e Thuany, por tornarem possível a realização desse trabalho. Não deixem de fazer com que suas vidas tenham sentido, vivam momentos de beleza e amor, agindo com ética e dignidade. Meu terno agradecimento.

Ao **meu amado marido Eriel**, que sempre acreditou em mim e que não poupou esforços para mudar hábitos, com o propósito de contribuir para a conclusão desta etapa da minha vida. Meu querido, obrigada por seu amor, carinho, compreensão, confiança, incentivo e ainda aceitar os momentos em que estive ausente. Amo você.

Aos **meus amados e lindos filhos, Rafael e Raquel**, pelo amor, pelo carinho e pela alegria que acrescentam a minha vida. Amo vocês.

Aos **meus pais, Gilma e Gilson, e irmã Rose**, pelo cuidado, tempo e amor dispensados aos meus filhos. Sem vocês, este trabalho não teria sucesso.

Ao **meu querido amigo Leonardo Durval Duarte Guimarães**, ou simplesmente Léo, com quem me alegrei, briguei, trabalhei, sonhei... Obrigada por sua amizade, sua parceria, seu incentivo e ainda tolerar meus momentos de instabilidade.

Ao **meu querido amigo e irmão Samuel Coutinho de Macedo Júnior**, por sua relevante participação em minha pesquisa e, principalmente, por ter sido amigo e conselheiro espiritual nessa jornada. “Em todo o tempo ama o amigo; e na angústia nasce um irmão” (Pv.17:17).

Ao **amigo Jeimis Nogueira de Castro**, com quem compartilhei momentos inusitados e divertidos, durante o estágio profissional.

Aos **amigos da Turma 2-2009 do PPGA** – Ana Maria, Ana Paula, Andréia, Ângela (Anjinha), Cláudia, Cristina, Daniel, Denilce, Denise, Eloi, Everton, Gerson, Iraldirene, Jacson, Jairo, Jaqueline (Jaqui), Jeimis, João Antônio, João Meneguelli, Joédio, José Alcir, José Roberto (Zero), Leonardo (Leo), Lísia, Luciléia (Leleia), Luís Carlos, Manoel, Maqueli, Marciléia, Marcos (Nick), Maurício, Meirivan (Baiana), Patrícia (Paty), Renan, Romário (Pantera Cor de Rosa), Ronaldo e Samuel (Samuca) – com os quais me alegrei, chorei, reclamei, aprendi, ensinei, orei, vivi, amei... Agradeço a cada um de vocês pelos bons e divertidos momentos que passamos juntos, pelas novas amizades e pelas ricas experiências trocadas.

A **Prof.ª Dra. Lucí Mary Araújo Hildenbrand**, ou simplesmente minha amiga Lucí, que teve papel fundamental na minha formação como educadora, como pesquisadora e como pessoa.

A **Prof.^a Cristiane Weber**, que tem sido uma grande amiga e incentivadora. Você é um presente enviado por Deus.

Aos **Professores Almir Nunes, Luiz Alberto e José Carlos**, queridos amigos da equipe de matemática do CTUR, pelo incentivo e pela colaboração.

Aos **professores do CTUR**, que direta ou indiretamente contribuíram com esta etapa da minha formação acadêmica.

Aos **funcionários do PPGEA**, principalmente **Marize e Nilson**, que sempre estiveram prontos a nos auxiliar e sem os quais o PPGEA não funcionaria.

Aos **funcionários do CTUR**, pela colaboração mesmo que indireta e pela amizade.

BIOGRAFIA

Nascida em treze de abril de 1974 na cidade do Rio de Janeiro, fez seus estudos da Educação Básica em escolas públicas na mesma cidade e na cidade de Manaus, AM.

Licenciou-se em Matemática pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, em 1996. No mesmo ano, cursou Especialização em Educação Matemática, na Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUC-CAMPINAS. Este curso focava uma metodologia de ensino, na qual a etnomatemática e a modelagem matemática aparecem como sendo os métodos viabilizadores do processo de ensino-aprendizagem mais significativo da matemática.

Nos anos de 1998 e 1999, foi aprovada em concursos públicos para docente da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. Sua atuação também ocorreu em diversas instituições da rede privada de ensino.

No início de 2008, prestou concurso e foi selecionada para a vaga de docente da área de matemática no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR), onde passou a atuar em regime de dedicação exclusiva. Na mesma instituição, atua como Coordenadora do Ensino Médio desde abril de 2009 até o momento.

No segundo semestre de 2009, foi selecionada para o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola na UFRRJ, curso este que está sendo agora concluído.

Pouco conhecimento faz com que as criaturas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que as cheias abaixam para a terra, sua mãe.

Leonardo da Vinci

RESUMO

ALBUQUERQUE, Elaine Cristina Barbosa da Silva de. **Um estudo de caso: a utilização de princípios da modelagem matemática como estratégia viabilizadora de um ambiente de aprendizagem mais significativo aos alunos.** 2011. 54p. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Esta pesquisa foi desenvolvida como dissertação de mestrado do Programa de Pós Graduação em Educação Agrícola, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGEA-UFRRJ). A pesquisa abordou o ensino da matemática como parte do ensino médio integrado a educação profissional técnica de nível médio do Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR). Nesta perspectiva, a modelagem matemática foi contemplada como ferramenta no processo de ensino e de aprendizagem. O grande questionamento de nosso trabalho foi como a modelagem matemática pode contribuir para o aprendizado da matemática e sua aplicabilidade nas demais disciplinas do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica no CTUR. Para tanto, estudamos questões atinentes aos impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte.

Palavras chaves: Ensino de matemática; Modelagem matemática; Educação profissional;

ABSTRACT

ALBUQUERQUE, Elaine Cristina Barbosa da Silva de. **A Case Study: Using principles of mathematical modeling as a strategy enabler of a more meaningful learning environment for students.** 2011. 54p. Dissertation (Master in Agricultural Education). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2011.

This research was developed as master's thesis in the Graduate Program in Agricultural Education, in Rural Federal University of Rio de Janeiro. The study addressed the teaching of mathematics as part of the high school integrated to technical professional education of the technical school of Rural Federal University of Rio de Janeiro. In this perspective, mathematical modeling was included as a tool in the teaching and learning process. The great question of our work was how the mathematical modeling can contribute to improve mathematics learning and its applicability in the other disciplines of the Technical Course in Organic Agriculture in CTUR. To this end, we have studied issues related to environmental impacts caused by beef cattle.

Key words: Teaching of mathematics; Mathematical modeling; Professional education;

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre várias fontes de energia para gerar o equivalente a um metro cúbico de biogás.....	22
Tabela 2: Produção de biogás em função do tipo de esterco	23
Tabela 3: Faixa etária dos estudantes participantes da pesquisa	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Prédio Principal do CTUR.	3
Figura 2: Sede do Aprendizado Agrícola Ildelfonso Simões Lopes	4
Figura 3: Prédio da EMERD (conhecido como Patioba) no campus da UFRRJ	5
Figura 4: “Patiobas”: Alunas que ingressaram na EMERD no ano de 1959	5
Figura 5: Prédio nº 1 da UFRRJ	6
Figura 6: Instalações da antiga ladeira da meteorologia.....	6
Figura 7: O processo de biodigestão.....	22
Figura 8: Estrutura de um biodigestor modelo indiano	23
Figura 9: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo indiano	24
Figura 10: Estrutura de um biodigestor modelo chinês	24
Figura 11: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo chinês.	25
Figura 12: Estrutura de um biodigestor modelo batelada	26
Figura 13: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo batelada.	26
Figura 14: Fase de construção do biodigestor.....	27
Figura 15: Residências abastecidas com biogás.....	27
Figura 16: Biodigestor tubular	28
Figura 17: Corte transversal de um biodigestor tubular	28
Figura 18: Primeiro debate entre estudantes sobre a pecuária de corte brasileira e seus impactos ambientais.....	31
Figura 19: Apresentação dos dados pesquisados	33
Figura 20: Turma 34/2011	34
Figura 21: Corte transversal de um biodigestor tubular	35
Figura 22: Representação do corte transversal do biodigestor (campana + fossa)	36
Figura 23: Triângulo AMP.....	36
Figura 24: Visita a UFV e ao Instituto Federal, <i>Campus</i> Barbacena.	38
Figura 25: Depoimentos dos estudantes sobre a matemática e sua contextualização	42
Figura 26: Comentários dos educandos sobre a relação entre as disciplinas técnicas e de formação geral	42
Figura 27: Observações dos estudantes em relação à facilitação da aprendizagem na disciplina de matemática	43
Figura 28: Justificativas para facilitação da aprendizagem nas disciplinas técnicas.....	44
Figura 29: Depoimento de um educando sobre a relação entre a matemática e sua vida cotidiana	44
Figura 30: Declarações dos estudantes em relação a senso crítico promovido pela modelagem	46

Figura 31: Comentário sobre questões que surgiram no processo de investigação	46
Figura 32: Fatores apontados pelos estudantes como agradáveis	47
Figura 33: Segmentos envolvidos no processo de repensar o ensino técnico.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Disciplinas que constituíam o Curso de Especialização em Educação Matemática da PUC-CAMPINAS.	12
Quadro 2: O aluno e o professor na modelagem matemática	17

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de alunos matriculados em cada curso oferecido pelo CTUR.	8
Gráfico 2: Motivação para escolha do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica	40
Gráfico 3: Intenções após a conclusão do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica	41
Gráfico 4: A facilitação da aprendizagem através da metodologia utilizada no projeto – “ <i>impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte</i> ”.	43
Gráfico 5: Aplicação da matemática em atividades da vida cotidiana do educando.....	45
Gráfico 6: Senso crítico promovido pelo projeto de modelagem.....	45

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

CFE	Conselho Federal de Educação
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CTED	Colégio Técnico de Economia Doméstica
CTUR	Colégio Técnico da Universidade Rural
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EJA	Ensino de Jovens e Adultos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMERD	Escola de Magistério de Economia Rural Doméstica
FCA	Faculdade de Ciências Agronômicas
GEE	Gás Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
H ₂ S	Sulfeto de hidrogênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
N ₂	Nitrogênio
NH ₃	Gás amônia
NPK	N, Nitrogênio; P, Fósforo; K, Potássio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PPGEA	Programa de Pós Graduação em Educação Agrícola
PPI	Projeto Político Institucional
PROEJA	Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
PUC-Campinas	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
U.S.EPA	United States Environmental Protection Agency
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNESP	Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I: COLÉGIO TÉCNICO DA UFRRJ: A DUPLA TAREFA DE FORMAR PARA O TRABALHO E PARA VIDA	3
1.1. Colégio Técnico da UFRRJ, sua história e sua organização	3
1.2. Ensino Médio Integrado: Tarefa Dupla da Escola Técnica.....	8
CAPÍTULO II: MODELAGEM MATEMÁTICA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM	11
2.1. O Porquê da Modelagem Matemática.....	11
2.2. A Matemática e seu Ensino	13
CAPÍTULO III: A BOVINOCULTURA DE CORTE E OS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE.	19
3.1. A Pecuária de Corte no Brasil	19
3.2. Impactos Ambientais Causados pela Pecuária Bovina de Corte	19
3.3. Biodigestor Anaeróbico.....	21
CAPÍTULO IV: DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	30
4.1. Modelagem Matemática: um ambiente de aprendizagem no CTUR.....	30
4.2. Um Relato de Experiência.....	38
CAPÍTULO V: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	51
ANEXO 1	54

INTRODUÇÃO

O ensino da matemática foi abordado nesta pesquisa, como parte do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional Técnica de nível médio do Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR/ UFRRJ). Nesta perspectiva, a modelagem matemática é contemplada como ferramenta no processo de ensino e de aprendizagem. O grande questionamento de nosso trabalho é como a modelagem pode contribuir para o aprendizado da matemática e sua aplicabilidade nas demais disciplinas do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica no CTUR. Intentou, ainda, identificar no aluno condições de construir conceitos matemáticos, de forma que seja capaz não só de repeti-los, mas também de aplicá-los em situações diversas de sua atuação profissional. Além de verificar o desenvolvimento de senso crítico e investigativo, através da modelagem matemática.

O CTUR compõe a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica. Localiza-se no município de Seropédica, região metropolitana do Rio de Janeiro. Atualmente, contamos com cerca de 900 alunos, nos seis cursos oferecidos pela instituição. Além dos quatro cursos técnicos, Técnico em Agroecologia¹, Técnico em Hospedagem, Técnico em Agrimensura e Técnico em Meio Ambiente, também são oferecidos o Ensino Médio propedêutico e o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA).

Durante os últimos três anos letivos de atuação como docente do CTUR, observamos as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos em aulas de matemática. Percebemos, também, que a integralização dos ensinos técnico e médio, instituída pelo Dec. 5.154/04, ocorre prioritariamente no sentido de cumprir o aspecto legal. O que tem efeitos diretos no aprendizado do discente, já que apresenta grande dificuldade em relacionar as duas áreas de saberes: técnico e de formação geral. As disciplinas de formação geral e da parte específica não devem ser organizadas de forma imparcial. É essencial e fundamental que ocorra efetiva articulação entre elas. Este quadro serviu de motivação para o desenvolvimento de nossa pesquisa.

Este trabalho consistiu em um estudo de caso, realizado com 29 alunos do Curso Técnico em Agropecuária do CTUR. Assim, no intuito de apresentarmos uma matemática mais útil, atraente e mais próxima da realidade dos alunos, buscamos a modelagem matemática, como estratégia metodológica de ensino e de aprendizagem. Neste sentido, a modelagem matemática foi considerada como um ambiente de aprendizagem em que os alunos investigam, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade.

Para tanto, utilizamos como temática de investigação *os impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte*. Os principais problemas ambientais creditados à pecuária bovina de corte são: degradação dos sistemas ambientais; degradação do solo; emissão de gases efeito estufa (GEE); poluição dos recursos hídricos. Ações, como a recuperação de áreas degradadas, controle de desmatamento, melhoria da qualidade das forragens, manejo adequado das pastagens, além de incentivo aos programas de sustentabilidade agropecuária, foram destacadas como formas de diminuir os danos ao meio ambiente, principalmente, a emissão de gases. Para os ambientalistas o reaproveitamento do gás metano é uma solução viável, podendo contribuir para o desenvolvimento sustentável da humanidade. Neste intento, o uso do Biodigestor Anaeróbico foi apontado como uma das práticas utilizadas para tratar os dejetos animais, no sentido de reduzir a emissão de GEE no meio ambiente.

¹ Atual denominação do Curso de Técnico em Agropecuária Orgânica.

Com o propósito de analisar a viabilidade da implantação do biodigestor em pequena propriedade rural, realizamos estudos, por meio da matemática, de alguns de seus modelos. Para tanto, foram abordados os seguintes conteúdos matemáticos: Razão, Proporção, Porcentagem, Geometria Plana, Trigonometria e Geometria Espacial Métrica.

Ainda foram levantados dados, através da aplicação de um questionário composto de 16 (dezesesseis) questões, envolvendo o perfil do aluno, a relação aluno \times matemática e as questões pertinentes ao tema central da pesquisa.

Concluimos a pesquisa evidenciando a eficácia de tornar a matemática mais útil e atraente aos alunos do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica, fazendo uma integração com disciplinas técnicas.

O trabalho está estruturado com 05 (cinco) capítulos. O primeiro resgata parte da discussão sobre a dupla tarefa do Colégio Técnico da UFRRJ, de formar para a vida e para o trabalho. No segundo capítulo, discutimos a modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem. Já no terceiro capítulo, tratamos das questões atinentes a bovinocultura de corte e seus impactos ambientais. O capítulo quarto relata as atividades desenvolvidas com alunos do Curso em Agropecuária Orgânica do CTUR. O quinto, denominado Apresentação e Análise dos Dados, expõe criticamente as respostas dadas pelo grupo pesquisado. Para finalizar, visando uma melhoria na interação entre ensino médio e a formação técnica, apresentamos nossas considerações finais.

Resultados parciais deste trabalho foram apresentados nos seguintes eventos:

IV Fórum de Pós-Graduação da UFRRJ, em Seropédica – RJ, em forma de pôster;

V EEMAT – Encontro Estadual de Educação Matemática do Rio de Janeiro, na modalidade de comunicação científica;

IX Colóquio sobre Questões Curriculares/ V Colóquio Luso Brasileiro, na cidade do Porto, Portugal, na modalidade de comunicação científica;

IV EDUCON - Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, em Aracaju – SE, na modalidade de comunicação científica;

V CIEM – Congresso Internacional de Educação Matemática, em Canoas – RS, na modalidade de comunicação científica;

XIII CIAEM – Conferência Interamericana de Educação Matemática, em Recife – PE, na modalidade de comunicação científica.

CAPÍTULO I: COLÉGIO TÉCNICO DA UFRRJ: A DUPLA TAREFA DE FORMAR PARA O TRABALHO E PARA VIDA

Este Capítulo recupera trecho da história que deu origem ao Colégio Técnico da UFRRJ – uma instituição de ensino com a dupla tarefa de capacitar para a vida e para o trabalho.

1.1. Colégio Técnico da UFRRJ, sua história e sua organização

O Colégio Técnico da Universidade Rural é vinculado a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e compõe a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica. Localiza-se no município de Seropédica, região metropolitana do Rio de Janeiro.



Figura 1: Prédio Principal do CTUR.

Fonte: arquivo pessoal

Esta instituição foi criada como Aprendizado Agrícola, pelo Decreto-lei nº 5.408, de 14 de abril de 1943, recebendo o nome de Ildefonso Simões Lopes com o Decreto Presidencial nº. 6.495, de 12 de maio de 1944. O atual prédio do Instituto de Agronomia da UFRRJ abrigou o Aprendizado até o ano de 1971.



Figura 2: Sede do Aprendizado Agrícola Ildelfonso Simões Lopes
Fonte: Álbum de fotos do Facebook - CTUR – Colégio Técnico da Universidade Rural²

Em 22 de janeiro de 1947, o Decreto Presidencial nº 22.506 a transformou em Escola Agrícola Ildelfonso Simões Lopes. No Decreto Presidencial nº 36.862 de 04 de fevereiro de 1955 foi promovida a Escola Agrotécnica Ildelfonso Simões Lopes. Em 10 de janeiro de 1963, sua denominação foi modificada para Colégio Técnico Agrícola Ildelfonso Simões Lopes, pelo Decreto do Conselho de Ministros nº. 1.984. Na década de 70, o Parecer nº 3.716/74 do Conselho Federal de Educação (CFE), de 02 de dezembro de 1974, homologado pelo Ministro da Educação Vasco dos Santos Gonçalves, fundiu-o com o Colégio Técnico de Economia Doméstica (CTED), passando a ser denominado de Colégio Técnico da Universidade Rural.

O CTED, anteriormente denominado Escola de Magistério de Economia Rural Doméstica (EMERD), funcionava no bairro de Laranjeiras na capital do Estado do Rio de Janeiro e tinha como objetivo formar professores de economia doméstica, ligados ao meio rural. Na década de 1950, a escola mudou-se para o campus da Universidade Rural do Brasil. A EMERD foi, inicialmente, instalada no prédio conhecido como Patioba. Esse nome foi agregado ao local por conta das espécies de palmeiras plantadas, com tal denominação, em suas proximidades.

² Postado por Dirces Pires do Carmo. Disponível em: <http://www.facebook.com/#!/photo.php?fbid=118317624915089&set=o.182757571770178&type=1&theater>. Acesso em 19/07/2011



Figura 3: Prédio da EMERD (conhecido como Patioba) no campus da UFRRJ
Fonte: Pamplona, 2008

As belas palmeiras patiobas não só deram origem ao prédio da EMERD, como também passou a ser o apelido das alunas que lá estudaram (Figura 4). Até o ano de 1963, esta instituição permaneceu subordinada à Superintendência do Ensino Agrícola e Veterinário do Ministério da Agricultura, tendo sido mantido na Universidade Rural, pelo Decreto 1984/63, quando recebeu sua última denominação, Colégio Técnico de Economia Doméstica (CTED).



Figura 4: “Patiobas”: Alunas que ingressaram na EMERD no ano de 1959
Fonte: Álbum do Picasa - Galeria de fotos de Suely Canero³

³ Disponível em: <https://picasaweb.google.com/suelydomingues/UniversidadeRural#5236639209360625634>. Acesso em 19/07/2011

O CTED funcionou na Fazenda Patioba até o ano de 1964, quando se mudou para o Prédio nº 1 da Universidade Rural (Figura 5). Posteriormente, no ano de 1966, a Universidade realizou acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e conseguiu as instalações do antigo prédio do Instituto de Meteorologia (Figura 6), o Colégio foi lá instalado e ficou até o ano de 1972.



Figura 5: Prédio nº 1 da UFRRJ

Fonte: arquivo pessoal



Figura 6: Instalações da antiga ladeira da meteorologia

Fonte: Álbum de fotos do Facebook - CTUR – Colégio Técnico da Universidade Rural⁴

⁴ Postado por João Paulo Guimarães Soares. Disponível em: <http://www.facebook.com/#!/photo.php?fbid=1675238887175&set=o.182757571770178&type=1&theater>. Acesso em 19/07/2011

As instalações do CTED, na antiga ladeira da meteorologia, também abrigaram o CTUR desde a fusão entre o Colégio Técnico Agrícola e Colégio Técnico de Educação Doméstica até 1988. Desde então, o colégio passou a ocupar o prédio de suas atuais instalações. (Figura 1)

O CTUR englobou os dois cursos profissionalizantes de nível médio que havia em cada um dos colégios: o Curso Técnico em Agropecuária e o Curso Técnico em Economia Doméstica. Em 1988, foi criado o curso de Ensino Médio propedêutico. No ano de 2001, o Curso de Economia Doméstica foi substituído pelo Curso de Hotelaria e o Curso de Agropecuária passou a ser curso de Agropecuária Orgânica. No entanto, em 2009 os cursos foram classificados, respectivamente, como Técnico em Hospedagem e Técnico em Agroecologia. Em cumprimento ao Decreto nº. 5478/2005, no ano de 2010, o Colégio Técnico passou a oferecer o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA). O programa consiste em um convênio entre a Secretaria Municipal de Educação, que oferece o ensino fundamental, na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), e o CTUR que ministra a qualificação profissional. Dando continuidade ao processo de expansão do colégio, foram implementados os Cursos de Técnico em Meio Ambiente e Técnico em Agrimensura, no início de 2011.

Atualmente, nos seis cursos oferecidos pelo CTUR, contamos com 859 (oitocentos e cinquenta e nove) alunos matriculados. Desses, 6,6% são discentes do Curso Técnico em Agrimensura, que é oferecido na modalidade seqüencial (pós-médio) e tem como objetivo capacitar profissionais na aplicação de técnicas e na obtenção de soluções mais adequadas nas áreas relativas à medição e demarcação de terras, ao urbanismo e posicionamento preciso de pontos.

O Curso Técnico em Agroecologia, oferecido em duas modalidades, integrado e concomitância externa, concentra 34,0% são estudantes do CTUR. Este curso tem como objetivo a formação de profissionais para atuar em sistemas de produção agropecuária e extrativista fundamentados em princípios agroecológicos e técnicas de sistemas orgânicos de produção. Desenvolve ações integradas unindo a preservação e conservação de recursos naturais à sustentabilidade social e econômica dos sistemas produtivos. Atua na conservação do solo e da água. Auxilia ações integradas de agricultura familiar considerando a sustentabilidade da pequena propriedade e os sistemas produtivos. Participa de ações de conservação e armazenamento de matéria prima e de processamento e industrialização de produtos agroecológicos. Além da formação técnica, o curso também prioriza o desenvolvimento geral do estudante, com o propósito de difundir seu pensamento autônomo e crítico, para oportunizar um efetivo exercício de sua cidadania.

Com duração de três anos, o Curso de Ensino Médio propedêutico conta com 21,2% dos alunos do Colégio Técnico e visa a formação integral do indivíduo, baseado nos parâmetros curriculares nacionais, promove o desenvolvimento do pensamento autônomo e crítico do estudante, dando oportunidade de exercer sua cidadania.

Um relevante percentual de 24,6% dos matriculados no CTUR compõem o Curso Técnico em Hospedagem. O curso tem por objetivo a formação de profissionais para atuar em diversos meios de hospedagem e nos serviços de alimentação em geral, exercendo funções técnicas de recepção e governança; preparo de alimentos, bebidas e eventos. Tem duração de dois anos e meio e é oferecido em concomitância interna e externa com o ensino médio.

O Curso Técnico em Meio Ambiente, é oferecido de forma integrada ao ensino médio ou em concomitância externa, com duração de três anos. Possui objetivo de formar profissionais sintonizados com as questões ambientais, que possam por força de sua atuação modificar a realidade hoje existente, criando uma consciência desenvolvimentista que tenha como base o uso racional dos recursos naturais e o tratamento adequado dos dejetos produzidos pelas diversas atividades humanas.

O PROEJA é oferecido em convênio com a Secretaria Municipal de Educação de Seropédica. Neste programa, o CTUR contribui com cursos de qualificação em Processamento de Produtos Vegetais e Animais, e em Noções Básicas de Hospedagem, enquanto as escolas municipais de Seropédica oferecem a EJA.

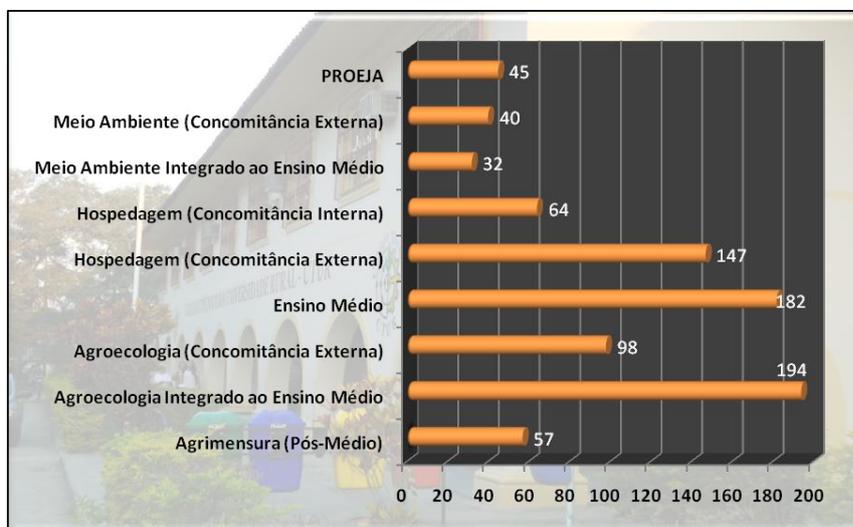


Gráfico 1: Número de alunos matriculados em cada curso oferecido pelo CTUR.

1.2. Ensino Médio Integrado: Tarefa Dupla da Escola Técnica

O artigo 4º do Decreto nº 5.154/04 estabelece que “a Educação Profissional Técnica de nível médio (...) será desenvolvida de forma articulada com o Ensino Médio”, e que esta articulação entre a Educação Profissional Técnica de nível médio e o Ensino Médio, “dar-se-á de forma integrada, concomitante e subsequente ao Ensino Médio”.

Pamplona (2008, p.53) afirma que “a Integração proposta no Decreto 5154/04, contudo, não se limita ao retorno da antiga proposta idealizada na Lei 5692/71”. Uma organização imparcial das disciplinas de conteúdo geral e da parte específica não é suficiente. É essencial que ocorra efetiva articulação entre elas.

A integralização dos ensinos técnico e médio, instituída pelo Dec. nº 5.154/04, ocorre em várias instituições de ensino, prioritariamente, no sentido de cumprir o aspecto legal. É notório que nestas escolas o ensino funciona como duas modalidades distintas no mesmo espaço físico. Essa postura tem incidência direta sobre o aprendizado do discente, já que o mesmo passa a apresentar grande dificuldade em relacionar as áreas dos saberes: técnico e formação geral.

Frigotto, Ciavatta e Ramos (2010, p.45) entendem que

a possibilidade de integrar a formação geral e formação técnica no ensino médio, visando a formação integral do ser humano é, (...), condição necessária para se fazer a travessia em direção ao ensino médio politécnico⁵ e à superação da dualidade educacional pela superação da dualidade de classes.

⁵ Politecnia diz respeito ao domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas que caracterizam o processo de trabalho produtivo moderno. Está relacionada aos fundamentos das diferentes modalidades de trabalho e tem como base determinados princípios, determinados fundamentos, que devem ser garantidos pela formação politécnica. Por quê? Supõe-se que, dominando esses fundamentos, esses princípios, o trabalhador está em condições de desenvolver as diferentes modalidades de trabalho, com a compreensão do seu caráter, sua essência. (SAVIANI *apud* FRIGOTTO, CIAVATTA, RAMOS, 2010, p.42)

A educação politécnica busca, a partir do desenvolvimento do capitalismo, superar a proposta burguesa de educação que potencializa a transformação estrutural da realidade. O ensino médio integrado é possível, e necessário, em uma realidade conjunturalmente desfavorável, em que filhos de operários carecem de uma formação profissional, ainda no nível médio, tendo a inserção no mercado de trabalho precocemente, sem a possibilidade de adiar esta meta para o nível superior de ensino. No entanto, o ensino médio integrado pode viabilizar mudanças no intuito, não somente de superar essa conjuntura, mas também de alcançar uma educação que contenha elementos de uma sociedade justa (FRIGOTTO, CIAVATTA, RAMOS, 2010).

Ansiar uma sociedade justa conduz a minimizar a distância entre trabalho manual e trabalho intelectual. Em outras palavras, significa que a divisão do trabalho na sociedade se divide entre aqueles que gerenciam, pensam, formulam e os que seguem ordens, executam e são “bem mandados”. Como educadores, não podemos condescender com a acomodação que paira sobre os educandos no sentido de aceitar passivamente esta dualidade.

Freire (1996) afirma que, além de ensinar conteúdos, também faz parte da tarefa docente estimular o aluno a pensar certo. A formação de um ser humano acomodado contradiz a esta missão do professor. Assim, a missão principal da reforma do pensamento complexo que, de acordo com Morin (2009), é formar cidadãos capazes de enfrentar os problemas de seu tempo. Neste sentido, devemos colaborar para que nosso aluno se torne um ser humano, que reflita sobre o mundo a sua volta, tenha condições de reconhecer e lutar por seus direitos, questione a sociedade e suas desigualdades e, respeite as diversidades do meio em que ele vive. No que diz respeito a esta dualidade, questiona-se que formação nós, educadores, almejamos para nossos alunos de cursos técnicos integrados ao ensino médio?

A função da escola técnica não é formar o educando apenas para o trabalho, mas também para a vida. Conforme Monteiro e Pompeu Jr. (2001, p. 13),

a questão fundamental é que cabe à escola uma dupla função na sua tarefa de capacitar para vida; por isso, ela deve ser dotada de competência técnica, ética e cívica, para poder formar cidadãos críticos, que tenham condições de interagir no meio em que vivem.

A escola é apenas uma das formas diretas de educação. Outras também ocorrem na família, na igreja, ou seja, a educação acontece quando há contato entre pessoas. Há ainda educação de forma indireta, que se dá através de livros, textos, cartas, filmes etc. A educação torna-se frustrada se o indivíduo não utilizá-la para si ou para servir àqueles que estão ao seu redor. É fato que diplomas não garantem a transformação em indivíduos melhores. A educação, sim. Nesta perspectiva, D’Ambrosio (1996, p.68) conceitua “educação como uma estratégia da sociedade para facilitar que cada indivíduo atinja seu potencial e para estimular cada indivíduo a colaborar com outros em ações comuns na busca do bem comum.”

D’Ambrosio (1996, pp.10-11) propõe a prática de uma educação (matemática) para a paz. O emérito educador afirma que uma meta em nossa vida deve ser a busca pela paz interior. Ele ainda aduz que as dimensões múltiplas da paz – paz interior, paz social, paz ambiental – devem ser o sonho do ser humano. “Essa é a essência de ser humano. É o ser [substantivo] humano procurando ser [verbo] humano.”

Acreditar na possibilidade de um futuro em que todos se beneficiarão dos progressos científicos e tecnológicos, com justiça social, plena dignidade e respeito por raízes culturais e tradições é o ato de amor que deve nortear a educação. (D’AMBROSIO, *Prefácio In: MONTEIRO e POMPEU JR.*, 2001)

Neste contexto, percebemos que a educação transpõe a dupla tarefa de formar para o trabalho e para vida. O conjunto de conteúdos e metodologias das disciplinas, que compõe o

ensino médio integrado, tem caráter fundamental, mas não está sendo suficiente para uma plena formação do cidadão. Alves (2000, p.134) diz em relação às componentes curriculares:

A técnica, as ciências e a matemática são livros de receita e utensílios na cozinha da vida. Eles nos fornecem os *meios* para viver. [...] O saber e o poder só se justificam como panelas onde se prepara a alegria de viver. O objetivo do saber é aumentar as nossas possibilidades de sentir sabor. (grifo do autor)

Além de ter função de ferramenta em nossa vida diária, a matemática tem aplicação direta em diversas disciplinas, em particular as técnicas. A atuação como docente da área de matemática dos diversos cursos oferecidos pelo CTUR, inclusive os de modalidade integrada, nos permitiram a identificação de que a integralização, dos ensinos técnico e médio, vem ocorrendo parcialmente. É pouco comum a troca de idéias entre os docentes das diversas áreas de conhecimento do Colégio Técnico. O encontro de professores das diversas áreas ocorre nos Conselhos de Classe e Reuniões Gerais. Nestas ocasiões, são discutidas intensamente as questões administrativas e políticas, ficando de forma secundária as de ordem pedagógica. Assim, a realidade e necessidades dos alunos não são plenamente contempladas.

Observamos, também, no decorrer desses três anos, a grande dificuldade que o aluno possui em relacionar as áreas dos saberes técnico e de formação geral, embora muitos conteúdos matemáticos estejam inseridos nas disciplinas técnicas oferecidas nos cursos. Como o estudante não percebe a relevância da matemática em outras áreas do saber, ele constrói a ideia de que este corpo de conhecimentos é algo distante de sua realidade e, portanto, difícil de ser assimilada, e dispensável já que não tem utilidade para seu cotidiano.

Estes impasses, no processo de ensino e de aprendizagem da matemática como disciplina de um Curso Técnico integrado no CTUR, foram as principais motivações desta pesquisa. Neste intuito, realizamos um estudo de caso com 29 (vinte e nove) alunos da 3ª série do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica, na modalidade integrada ao Ensino Médio.

CAPÍTULO II: MODELAGEM MATEMÁTICA: UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

Este capítulo resgata questões atinentes a um ensino de matemática contextualizado, próximo a realidade do estudante. Neste sentido, apontamos a modelagem matemática como uma alternativa metodológica.

O trabalho desenvolvido tem sua relevância tanto para uma reflexão em relação à formação dos técnicos do Colégio Técnico da UFRRJ, quanto para mudança de nossas práticas pedagógicas. O intuito é também de fomentar uma reflexão de um ensino de matemática efetivamente contextualizado às práticas profissionais.

Neste contexto, o estudo em questão visou principalmente investigar como a modelagem matemática pode contribuir para o aprendizado de matemática e sua aplicabilidade em disciplinas do Curso Técnico em Agroecologia no CTUR. Intentou, ainda, identificar no aluno condições de construir conceitos matemáticos, de forma que seja capaz não só de repeti-los, mas de aplicá-los em situações diversas de sua atuação profissional. Além de verificar o desenvolvimento de senso crítico e investigativo, através da modelagem matemática.

Nosso estudo de caso é caracterizado por convergir para a definição dada por Yin (2001, p.32) que considera tal metodologia “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Como estratégia metodológica no processo de ensino e de aprendizagem, desenvolvemos com os sujeitos da pesquisa, durante o 2º semestre de 2010 e 1º semestre de 2011, atividades baseadas nos princípios da modelagem matemática. Visto a aplicação desta metodologia, no que se refere à sua natureza, Silva e Menezes (2001, p.20) afirmam que a ela “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos e interesses locais”.

O problema da pesquisa interroga a possibilidade da modelagem matemática ser uma ferramenta para o aluno do curso técnico do CTUR compreender os problemas atinentes a fenômenos da área técnica. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, nossa pesquisa tem especificidades qualitativas, pois existe “uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.” (SILVA; MENEZES, 2001, p.20)

No que se refere aos objetivos, a pesquisa tem características tanto exploratória como descritiva. Exploratória, quando o trabalho tende a ser concentrado em levantamento bibliográfico e entrevistas, visando perceber as experiências dos sujeitos da pesquisa com o problema pesquisado. Por outro lado, descritiva, no sentido em que se busca descrever as características dos sujeitos estudados, através de questionários com questões abertas e fechadas e observação sistemática. (GIL *apud* SILVA; MENEZES, 2001)

2.1. O Porquê da Modelagem Matemática

Em minha busca por aprimoramento profissional foi a motivação para frequentar o Curso de Especialização em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-CAMPINAS) - “*A Metodologia da Etno/Modelagem Matemática Aplicada ao Ensino Fundamental e Médio*”, durante o ano de 1996. Este curso visava a capacitar professores, com justificativa e objetivos definidos em seu Projeto Pedagógico:

O título “Educação Matemática - A Metodologia da Etno/Modelagem Matemática aplicada ao ensino fundamental e médio” sugere que o objetivo geral do curso é o de analisar as implicações que advêm da utilização de uma

metodologia de ensino na qual a Etnomatemática e a Modelagem Matemática aparecem como sendo os métodos viabilizadores do processo de ensino-aprendizagem mais significativo da Matemática (PUC-CAMP, 1993, p. 2 *apud* ROMA, 2004).

Entre os anos de 1992 e 1998, este curso foi promovido pelo Instituto de Ciências Exatas, sob a coordenação do Prof. Geraldo Pompeu Junior, tendo como finalidade a capacitação docente e era composto por nove disciplinas.

Os objetivos das duas primeiras disciplinas oferecidas, Metodologia do Ensino da Matemática (Etnomatemática), ministrada pelo Prof. Geraldo Pompeu Junior e, Metodologia do Ensino da Matemática (Modelagem Matemática), ministrada pelas professoras Alexandrina Monteiro e Maria Beatriz Ferreira Leite, eram discutir as diferenças e interseções entre essas duas visões metodológicas, como estratégias de ensino e suas implicações filosóficas e pedagógicas.

As demais disciplinas que constituíam o curso aparecem no quadro 1:

Quadro 1: Disciplinas que constituíam o Curso de Especialização em Educação Matemática da PUC-CAMPINAS.

Disciplina	Professor
Etnomatemática	Geraldo Pompeu Jr.
Modelagem Matemática	Alexandrina Monteiro e Maria Beatriz F. Leite
História da Matemática	Ubiratan D'Ambrosio
Fundamentos Matemáticos	Jairo de Araújo Lopes
Estatística voltada para a Educação Matemática	Clayde Regina Mendes
Materiais Didáticos	Luiz Márcio P. Imenes
Computação voltada à Educação Matemática	João Frederico da C. A. Meyer (Joni)

Além dos docentes citados, havia participação do professor visitante Rodney Carlos Bassanezi, que contribuía com o vasto conhecimento que possui no que se refere à modelagem matemática como processo de ensinar e de aprender matemática.

Como requisito a minha conclusão do Curso de Especialização em Educação Matemática, eu e mais quatro alunas do Curso desenvolvemos uma monografia intitulada *Modelagem Matemática na Trilha dos Pneus*, orientada pelo Prof. Geraldo. O trabalho teve como meta abordar conteúdos matemáticos, através da modelagem matemática, nos diversos níveis de ensino, através do estudo das principais formas de reaproveitamento e reuso dos pneus descartados no Brasil.

Após a conclusão do Curso, trabalhando em escolas públicas e privadas, com a Educação Básica, intensamente, não foi possível implementar de forma efetiva esta metodologia. Mesmo com uma prática de aulas tradicionais, a essência do fazer docente foi transformada. No entanto, o Curso de Especialização teve grande relevância para a formação de uma postura reflexiva perante minha atuação profissional.

A prática docente no decorrer dos anos foi marcada por algumas frustrações, visto a dificuldade em praticar a modelagem matemática em toda sua essência.

2.2. A Matemática e seu Ensino

Cada vez mais, o papel fundamental da educação matemática no desenvolvimento das pessoas e da sociedade tem se ampliado e conduzido a escola para uma formação do cidadão como um todo. Situação que direciona nosso olhar para uma reavaliação dos currículos que orientam as atividades desenvolvidas no ambiente escolar.

Com os avanços tecnológicos, é necessário desenvolver nos alunos habilidades e competências para atuarem em seus meios e suas culturas. As informações divulgadas pelos meios de comunicação são diversificadas e muito atraentes, por apresentar assuntos relacionados à vida e ao mundo. É muito importante que os alunos estabeleçam relações com a diversidade de conhecimentos adquiridos dentro e fora da escola, de forma a caminhar para a formação de um cidadão crítico.

Muitos dos reais motivadores dos jovens estudantes não compõem a matriz curricular das escolas. O paradigma educacional essencialmente conteudístico, dominante nos anos setenta, no Brasil e no mundo, permanece, ainda, arraigado à nossa prática docente. Muito do que é ensinado na escola é abordado de forma desvinculada de contextos sociais e focando o treinamento, sem reflexão. A escola não pode dissociar seu currículo da realidade, seja ela dos alunos, do professor e da própria instituição.

O ensino da matemática está agregado a esse currículo e também ao mundo que nos cerca. Deste modo, seu corpo de conhecimentos tem sua parcela de contribuição na formação de indivíduos, capazes de opinar na construção de uma sociedade democrática e mais justa.

Neste sentido Barbosa (2003, s.n.p.) diz que “mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da matemática”. A ideia do autor converge para os Parâmetros Curriculares Nacionais:

[...], a matemática pode dar sua contribuição à formação do cidadão ao desenvolver metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios. (BRASIL, 1998, p.27)

O nome matemática originou-se da junção de duas palavras *Matema* e *Tica*. A primeira significa explicar, conhecer, entender, agir numa situação; a outra se deriva da palavra *techné*, a raiz das palavras artes e técnicas. Etimologicamente, a origem da palavra matemática conduz a observação de que as suas ideias centrais ocorreram em função da procura por entender e explicar fatos e fenômenos observados na realidade. (D'AMBROSIO, 1996)

O corpo de conhecimento matemático, visto a partir de sua etimologia, é fruto de situações reais e está inserido em um sistema educacional que prioriza o teórico e o abstrato. Como os alunos estão envolvidos com as novas tecnologias e nas aulas convivem com conteúdos de uma matemática pouco atraente, a sua maioria não vêem a sua utilidade prática. Em geral, o discente não identifica aplicação para o que é trabalhado em sala de aula, logo não se integra as atividades ali realizadas. Esta situação é apresentada por D'Ambrósio (1996, p.59) que percebe com dificuldade a possibilidade de fazer “todo aluno vibrar com a beleza da demonstração do Teorema de Pitágoras e outros fatos matemáticos importantes”.

Fomentar nos alunos interesse pelas aulas de matemática é um dos principais desafios dos professores. Estes docentes, como ativos participantes do processo de ensinar e de aprender, devem fazer diferentes reflexões sobre as diversas formas de promover situações de interesse, criatividade e motivação, bem como investir na criação de um ambiente escolar propício para construir conhecimento, troca de ideias, produção de significados e sentidos, e crítica, com o fim de estabelecer relações com situações do dia-a-dia.

É notória a dificuldade que o estudante encontra em transferir conhecimento, em especial matemático, para uma situação nova (D'AMBRÓSIO, 1996). Essa inaptidão não é exclusiva do alunado. É grande a dificuldade do professorado em trabalhar a matemática atrelada ao mundo real. Neste sentido, D'Ambrosio (*Prefácio In: BASSANEZI, 2009*) diz:

Entende-se a razão disso. A realidade é muito complexa. Para que se possa lidar com problemas reais é necessário que o observador tenha grande flexibilidade e conhecimentos variados. Trabalhar com a realidade intimida e inibi a abordagem no ensino. Fica-se no teórico e abstrato, mencionando que 'essas teorias e técnicas servem para isso ou aquilo', ilustrando com exemplos artificiais, manipulados e descontextualizados.

Em pleno século XXI, permeia na prática pedagógica o simples treinamento fundamentado na repetição e memorização. Abaixo contemplamos um trecho de um artigo publicado em 2001, mas com certeza remete a matemática ensinada em muitas escolas nos dias atuais.

[...] a matemática ensinada na escola é geralmente muito mecânica e exata: um conjunto de fórmulas e passos que se repetidos corretamente levam invariavelmente à solução de um problema hipotético. Nós continuamos mostrando exemplos no quadro, esperando que os alunos sejam capazes de resolver uma lista de exercícios exatamente iguais. Continuamos ensinando conteúdos os quais eles jamais utilizarão, [...] ainda discutimos se devemos permitir ou não o uso de calculadoras na sala de aula. (ROCHA, 2001, p.22)

Mudanças desestabilizam o ser humano. É muito mais confortável para o professor continuar usando os exemplos e listas de exercícios já prontos. O docente atua no papel principal de uma realidade, em que o aluno dificilmente questiona ou intervém. No que diz respeito a esse aspecto, Skovsmose (2000) discute a necessidade de o professor sair da “zona de conforto” propiciada pelo paradigma do exercício para a “zona de risco” do cenário para investigação, no qual professor e aluno são desafiados por problemas a serem solucionados.

Este modelo de ensino descontextualizado tem sido contestado por décadas. No sentido de tornar a Educação mais reflexiva, crítica e contextual, o Congresso Nacional promulgou a Lei 9394/96, das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Em consequência, em 1998, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) foi instituída pelo Conselho Nacional de Educação e, em 1999, a Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação divulgou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). O apoio oficial serviu para estimular o surgimento de algumas tímidas iniciativas de um ensino contextualizado.

D'Ambrósio (1996, p.31) afirma que “do ponto de vista de motivação contextualizada, a matemática que é ensinada nas escolas hoje é morta”. Nesta direção, hoje em dia, ainda contamos com um currículo cheio de conteúdos com nível de abstração elevado sem nenhuma significância para a vida. Embora ainda arraigados a práticas pedagógicas, que remete a uma matemática sem utilidade para o cotidiano e pouco atraente, encontramos investidas em metodologias com intuito de dar vida à matemática ensinada.

Dessa maneira, é possível evidenciar o ensino da matemática não somente num contexto escolar, mas também numa matemática do dia-a-dia. Portanto, o professor necessita repensar sua prática docente, na busca de dar significado e sentido à matemática aprendida na escola através de situações reais relacionadas ao seu meio e sua cultura.

Monteiro e Pompeu Jr. (2001) afirmam que na perspectiva da Etnomatemática, não é somente pela experiência, ou de maneira espontânea, que a aquisição de conhecimento ocorre.

Neste processo, há uma relação dialética, onde o aprendizado ocorre para o educando e para o educador. O papel do professor vai além da orientação. Ele intervém no processo pedagógico, planejando e executando sua tarefa de educar.

D'Ambrosio, no capítulo que escreveu no livro “Rumo à Nova Transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento” (WEIL, 1993, p.91), define a Etnomatemática como

a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender de agir em diferentes contextos naturais e culturais [...] uma teoria do conhecimento, implicando igualmente uma teoria de cognição, uma outra visão da história e repercussões óbvias na prática pedagógica.

A Etnomatemática não é exatamente um método. Ela é uma postura que deve ser incorporada pelos professores. É necessário mudanças na prática docente e na relação com os alunos. Os olhares devem ser direcionados para os alunos e para a comunidade que circunda a escola, para identificar situações/problemas que podem ser trabalhados em sala de aula. A proposta da Etnomatemática numa abordagem pedagógica pode ser viabilizada pela Modelagem Matemática (MONTEIRO E POMPEU JR., 2001).

A matemática deve ser encarada de forma tão prazerosa quanto interessante. Sua importância não deve estar associada simplesmente ao fato de ser aplicada no futuro. Nessa perspectiva a modelagem matemática, seja como método científico de pesquisa ou como metodologia de ensino e aprendizagem, tem se revelado eficaz (BASSANEZI, 2009).

São diversas as concepções para modelagem⁶. Apresentamos três visões:

Bassanezi (2009, p. 24): Modelagem é

um processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

Burak (2004): “Modelagem é uma alternativa metodológica para o ensino da Matemática”.

Barbosa (2001, p.06): “Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”.

Muito embora, em meio a entendimentos distintos, quando se trata de modelagem os autores mencionam a relação da matemática com a realidade. No que se refere ao desenvolvimento desta pesquisa, tomaremos como referência a definição de Barbosa (2001) que considera a modelagem um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade.

O ambiente de aprendizagem é entendido por Skovsmose (2000) como as condições em que os alunos são estimulados a desenvolverem determinadas atividades. Modelagem, nessa linha de pensamento instiga os alunos a investigar de outras áreas através da matemática. Neste sentido, a modelagem não pode ser entendida somente como um método organizado na busca de certo resultado.

Este ambiente é organizado pelo professor, que apresenta o convite aos alunos, e segundo Skovsmose (2000), os alunos podem não se abarcar as tarefas propostas. O

⁶ Usaremos modelagem para designar modelagem matemática

envolvimento dos estudantes acontece tão somente existe interesse na situação a ser investigada.

Modelagem está relacionada a uma possibilidade dos alunos investigarem situações fazendo uso da matemática, sem procedimentos pré-estabelecidos e com diversidade de encaminhamentos. A matemática a ser explorada no processo da modelagem só emerge a medida que ocorrem as indagações e investigações.

No entendimento de Freire & Faundez (1998, p.46),

o que o professor deveria ensinar – porque ele próprio deveria sabê-lo – seria, antes de tudo, ensinar a perguntar. Porque o início do conhecimento, repito, é perguntar. E somente a partir de perguntar é que se deve sair em buscas de respostas e não ao contrário.

A indagação supera a elaboração de um problema, é uma questão de atitude que atravessa o processo de resolução. Para Barbosa (2001), considerando o aspecto sócio-crítico da modelagem, a indagação ultrapassa a formulação ou compreensão de um problema, integrando conhecimentos de matemática, de modelagem e reflexivo. O autor ainda evidencia que a indagação é feita através da investigação, que busca, seleciona, organiza e manipula as informações. Inicialmente a pesquisa acontece sem procedimentos, pode simplesmente ser intuitiva.

A modelagem, neste caso, não visa apenas os modelos, mas principalmente o processo utilizado, a análise crítica e a sua inserção no contexto sócio-cultural. A modelagem tem uma natureza “aberta” e, para Barbosa (2001), isso nos impede de garantir a presença de um modelo matemático propriamente dito na abordagem dos alunos. Podem ocorrer encaminhamentos que não transitem pela construção de um modelo matemático. Neste sentido, Bassanezi (2009, p.38) acrescenta que “o fenômeno modelado deve servir de pano de fundo ou motivação para o aprendizado das técnicas e conteúdos da própria matemática”.

Em nossa concepção de modelagem, a situação de estudo proposta para investigação não pode ser fictícia. Deve estar estreitamente atrelada a realidade do aluno. A indagação e a investigação, que compõem o ambiente de aprendizagem da modelagem, estão na contra mão da forma do ensino tradicional, no que concerne a procura em relacionar outras áreas ao cotidiano. Diferentemente da metodologia abordada neste estudo, essa busca se dá por meio de situações idealizadas, previstas e com resolução certa.

A natureza “aberta” da modelagem amplia sua distância do ensino tradicional, no que diz respeito ao enfoque dado aos problemas de outras áreas. É perceptível que a transição do ensino tradicional para a modelagem não é algo singelo. Diz respeito à adoção de uma postura diferenciada dos professores. De acordo com Morin (2009), para alcançar uma mudança efetiva no processo de ensino e de aprendizagem é necessário ocorrer previamente uma mudança no pensamento do docente.

A concretização da modelagem pode acontecer através de configurações curriculares distintas, conforme as condições de cada sala de aula, de cada escola e da experiência e confiança de cada professor (BARBOSA, 2001). Cada configuração curricular da modelagem é vista por Barbosa (2001) como casos (Quadro 2).

Quadro 2: O aluno e o professor na modelagem matemática

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração da situação-problema	Professor	Professor	Professor / Aluno
Simplificação	Professor	Professor / Aluno	Professor / Aluno
Dados qualitativos e quantitativos	Professor	Professor / Aluno	Professor / Aluno
Resolução	Professor / Aluno	Professor / Aluno	Professor / Aluno

Fonte: BARBOSA, 2001, p. 9.

No *caso 1*, o professor leva para sala de aula a descrição da situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, ficando para os alunos o processo de resolução. No *caso 2*, o docente apresenta um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos, não somente a resolução, mas também a coleta de dados necessários ao processo. Já no *caso 3*, o aluno participa de todo o processo. Partindo de temas não-matemáticos, escolhidos pelo professor e/ou pelos alunos, estes últimos formulam e resolvem problemas. É responsável pela coleta de dados e simplificação das situações-problemas. O professor assume o papel de “co-partícipe” no processo de investigação do aluno.

O terceiro caso requer do professor maior confiança e ousadia. O planejamento é feito de modo paralelo, tendo em vista que o aluno assume o papel principal. Deste modo, o encaminhamento das atividades se define a cada encontro.

Muito embora os estudantes tenham liberdade para investigar e questionar, o planejamento em modelagem é muito importante. É necessário ter uma ideia prévia sobre o que acontecerá (ou não) em sala de aula, para comparar com os objetivos do professor e tentar “prever o imprevisto”, ou seja, identificar possíveis desdobramentos. (SANT’ANA et al, 2010)

O primeiro passo deste processo é a escolha do tema. A modelagem surge de temas propostos pelos alunos em conjunto com o professor. Os temas são de interesse da comunidade escolar. Pode ser escolhido um tema para todos os grupos, como um tema por grupo. Estes temas têm cunho transversal. Os Temas Transversais integram as problemáticas sociais na proposta educacional dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Não são novas áreas, mas sim um conjunto de temas que devem ser inseridos nas áreas de estudos. Esses temas:

pressupõe um tratamento integrado das áreas e um compromisso das relações interpessoais e sociais escolares com as questões que estão envolvidas nos temas, a fim de que haja uma coerência entre os valores experimentados na vivência que a escola propicia aos alunos e o contato intelectual com tais valores (BRASIL, 1998, vol. 1, p.45).

Ética, Saúde, Meio Ambiente, Pluralidade Cultural e Orientação Sexual são objetos de estudos destacados nos PCN, como transversais, por abrangerem problemáticas sociais atuais e urgentes, com repercussão nacional e até mesmo universal. Tais assuntos requerem adaptações no intuito de adequar-se às reais necessidades de cada região ou mesmo de cada escola.

Monteiro e Pompeu Jr. (2001, p.17) percebem a transversalidade como um trabalho em que as disciplinas tradicionais são conservadas “como eixo vertebral do sistema educacional, e os temas devem então se articular às disciplinas”.

De acordo com a definição de modelagem abarcada neste trabalho, o ambiente da modelagem está associado à problematização e investigação. A primeira etapa faz menção ao ato de criar perguntas ou problemas, ao tempo que a segunda, visa à busca, seleção,

organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Assim, a elaboração da situação-problema, deve partir de um tema de interesse da comunidade escolar. É o momento em que o professor estimula os alunos a discuti-lo, através de interrogações sobre sua relevância.

A fase da investigação é caracterizada pela oportunidade do aluno desenvolver seus diferentes instintos, tornando-se atento, sensível e crítico. Ao pesquisar um assunto com características transversais, busca-se o conhecimento dos diversos aspectos – políticos, sociais, econômicos ou estruturais – que agregam essa temática. Os dados levantados devem permear pelo valor qualitativo e quantitativo. As informações facilitam a seleção do que há de mais relevante, delimitando os focos da investigação.

Não há separação entre a problematização e a investigação. Ambas se articulam no processo de abarcamento dos alunos com a atividade proposta. No ambiente de modelagem, podem ser suscitadas questões e realizadas investigações que alcancem o âmbito do conhecimento reflexivo. (BARBOSA, 2003)

A despeito das situações-problemas terem origem em outros campos que não a matemática, nas etapas da resolução de problemas os alunos transitam pelas idéias, conceitos e algoritmos para solucioná-las. Além de aplicar conhecimentos já adquiridos, como tradicionalmente tem sido assinalado, há a possibilidade de os alunos adquirirem novos durante o próprio trabalho de modelagem (BASSANEZI *apud* BARBOSA, 2003, s.n.p.).

Após a solução dos problemas propostos, chega o momento da validação, momento em que é realizada a interpretação analítica da solução e possíveis representações gráficas. O modelo quando satisfatório deve ser utilizado para fazer previsões, análises, ou qualquer outra forma de ação sobre a realidade.

A validação de um modelo pode não ser a etapa prioritária da modelagem no processo de ensino e aprendizagem. A modelagem, nesses ambientes, não visa apenas os modelos, mas principalmente o processo utilizado, a análise crítica e a sua inserção no contexto sócio-cultural. A modelação de fenômenos deve ser elemento motivador no aprendizado das técnicas e conteúdos de matemática. (BASSANEZI, 2009)

A modelagem eficaz permite ao aluno interagir com o mundo a sua volta, em situações de outras áreas de sua realidade, com a capacidade de influenciar em suas mudanças.

CAPÍTULO III: A BOVINOCULTURA DE CORTE E OS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE.

Neste capítulo, trataremos de como é a prática da bovinocultura de corte no Brasil, bem como os possíveis impactos ambientais causados por esta criação. No intuito de minimizar estes danos, investigamos o uso do biodigestor como uma alternativa sustentável para minimizar tais problemas.

3.1. A Pecuária de Corte no Brasil

O termo “pecuária” tem como radical a palavra latina *pecus*, que significa cabeça de gado. Portanto, a pecuária tem relação com qualquer atividade ligada à criação de gado, tais como bovinos, suínos, aves, equídeos, ovinos, coelhos, bubalino entre outros. Tendo como principais destinos a produção de carne, leite, couro, lã etc.

Atualmente, a criação de gado⁷ no Brasil é dividida em dois segmentos: o gado de corte e o gado leiteiro. O primeiro tem como objetivo a produção de carne para o consumo humano, e o segundo, o leiteiro, é reservado à produção de leite e seus derivados. Em nossa pesquisa, abordaremos a pecuária que está coadunada a criação de bovinos para corte.

O Ministério da Agricultura registra que o Brasil é dono do segundo maior rebanho bovino efetivo do mundo, com cerca de 200 milhões de cabeças (BRASIL, 2011). O Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2006, registrou que os maiores rebanhos estão nas Regiões Norte, com 81,4% e Centro-Oeste, com 13,3% do total de nosso país. Atestam para esse crescimento, a redução do número de estabelecimentos com bovinos nas Regiões Sul e Sudeste, consequência da migração dos pecuaristas do Sul para o Norte do país. Destaca-se também o crescimento dos rebanhos nos estados do Pará, Rondônia, Acre e Mato Grosso. Sendo que nos estados da Região Norte, a quantidade de cabeças de gado mais que dobrou, enquanto que em Mato Grosso o aumento foi de 37,2%

Os especialistas sinalizam que o crescimento do rebanho bovino nacional vem ocorrendo simultaneamente com a redução da área de pastagens, que está em torno de 10,7%, devido aos investimentos em ações, como recuperação de áreas degradadas, controle de desmatamento, melhoria da qualidade das forragens, manejo adequado das pastagens. E, segundo o IBGE (2006), a taxa de lotação em 1996 era de 0,86 animais/ha e atingiu o patamar de 1,08 animais/ha em 2006, acentuando-se a tendência de aumento da taxa de lotação observada entre os censos agropecuários de 1996 e 2006.

De acordo com os dados apresentados pelo IBGE, no ano de 2006, o Brasil tinha um efetivo de 138,5 milhões de animais resididos em estabelecimentos com mais de 50 cabeças, cuja principal finalidade era o corte, que correspondia a 80,9% ou 112,0 milhões de animais, seguida da produção de leite, que estava em torno de 16,3% ou 22,6 milhões de cabeças. Já os estabelecimentos agropecuários, com pelo menos 500 hectares de pastagens, detinham 46,2% do rebanho de 138,5 milhões de animais.

3.2. Impactos Ambientais Causados pela Pecuária Bovina de Corte

Nos dias atuais os principais problemas ambientais creditados à pecuária bovina de corte são: degradação dos sistemas ambientais; degradação do solo; emissão de gases efeito estufa (GEE); poluição dos recursos hídricos.

⁷ A partir deste momento, trataremos a criação bovina, objeto de estudo de nossa pesquisa, simplesmente como criação de gado.

Este sistema pode gerar:

A *destruição dos ecossistemas ambientais* está relacionada ao esgotamento ou a baixa produtividade de determinadas áreas que incentiva a expandir seus domínios sobre biomas naturais, destruindo os habitats naturais de várias espécies. Juntamente com outras atividades agrícolas e madeireiras, a pecuária é apontada como um dos principais vetores de expansão da fronteira agrícola, ameaçando reservas ambientais como a do Cerrado e da Amazônia.

A *degradação do solo*, provocada pela compactação e erosão do solo, pode ser vista pela resultante do baixo investimento na manutenção de pastagens.

Para alguns estudiosos, a *poluição dos recursos hídricos* se dá através da carga de nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo e potássio do esterco, hormônios, metais pesados e patógenos, carregados para o leito dos rios pela lixiviação do solo.

Na emissão dos gases efeito estufa, temos como vilão o *Gás Metano (CH₄)*, que é incolor e inodoro. Por ser um dos mais simples hidrocarbonetos, possui pouca solubilidade na água e, quando adicionado ao ar, torna-se altamente explosivo. Chamado de biogás, já que pode ser produzido através de matéria orgânica, tem participação na formação do efeito estufa, sendo assim um dos colaboradores para o aquecimento global. Segundo Zen et al. (2008), as emissões de GEE, oriundo da bovinocultura de corte, contribuem com cerca de 16% do total liberados no meio ambiente.

Assim sendo, muitos desses problemas estão relacionados à subutilização dos recursos naturais como a principal responsável pelas externalidades negativas da atividade de bovinocultura de corte. Zen et al. (2008) aduz que uma boa estratégia é a melhoria da produtividade do setor da pecuária. Ou seja, o investimento em pastagem poderia aumentar o rendimento animal e melhorar o trato digestivo animal, reduzindo, assim, a quantidade de GEE emitidos por quilo de carne produzida.

A competitividade do mercado consumidor, associada ao significativo rebanho bovino, desperta a comunidade internacional no sentido de exigir práticas cada vez mais responsáveis do ponto de vista ambiental e social.

No Brasil, a forma extensiva é majoritária na criação de gado de corte. Muitas vezes, as áreas destinadas para a pastagem são degradadas, acarretando uma baixa produtividade. No entanto, as ações tomadas no sentido de melhorar o rendimento animal podem ter efeitos diretamente associados à redução dos impactos causados ao meio ambiente. Neste sentido, podemos mencionar o melhor uso dos recursos naturais, como por exemplo, a terra e a água, e maior eficiência no funcionamento do sistema digestório animal.

Atualmente, o rebanho bovino brasileiro ocupa uma área de pouco mais de 159 milhões de hectares. Por conta desse fato, a pecuária vem sendo apontada como uma das atividades que mais prejudicam o meio ambiente. Os danos ambientais causados pela bovinocultura têm relação com o principal meio de produção adotado no Brasil, o sistema extensivo. Este se caracteriza pelo baixo investimento em formação, principalmente quando a terra adquirida já contém algum tipo de pasto, e a manutenção de pastagem.

Para alguns especialistas em meio ambiente, o processo de emissão de GEE ligado a bovinocultura ocorre durante o processo digestivo de fermentação entérica dos ruminantes, liberado para atmosfera através da flatulência e eructação dos animais.

Em 2000, a United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA) gerou relatório que estimou as emissões globais de metano geradas a partir dos processos entéricos de ruminantes de criação, em 80 milhões de toneladas por ano, correspondendo a cerca de 22% das emissões totais de metano geradas por atividades humanas. O relatório acrescentou também que a emissão proveniente de dejetos animais gira em torno de 25 milhões de toneladas ao ano, correspondendo a 7% da emissão total.

No site do Portal do Agronegócio, O Professor Paulo Henrique Mazza Rodrigues, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo, declarou, em 2008, que a

quantidade de gás metano emitido por quilograma de carne produzida reduziu ao menos 30% nos últimos 18 (dezoito) anos. Ele ainda afirma que, “não foi preciso mexer em nada em relação ao metano. Nós conseguimos reduzir a emissão desse gás trabalhando com estratégias de redução da idade do abate de cinco para três anos”.

As outras ações, como a recuperação de áreas degradadas, controle de desmatamento, melhoria da qualidade das forragens, manejo adequado das pastagens, além de incentivo aos programas de sustentabilidade agropecuária, foram destacadas como formas de diminuir a emissão de gases pela pecuária brasileira. Neste sentido, Zen et al. (2008) faz uma projeção: se a eficiência produtiva continuar aumentando às mesmas taxas dos últimos 15 anos, é provável que em 2025 a produção seja 25% maior, com os níveis de emissão de GEE apenas 3% maiores, com uma redução de 18% na relação quilograma de CH₄/ quilograma carne produzida.

Para os ambientalistas o reaproveitamento do gás metano é uma solução viável, podendo contribuir para o desenvolvimento sustentável da humanidade. Na pecuária, uma das práticas utilizadas para tratar os dejetos animais, no sentido de reduzir a emissão de GEE no meio ambiente, é o uso do Biodigestor Anaeróbico.

3.3. Biodigestor Anaeróbico

A biodigestão anaeróbia, ou anaeróbica, dos resíduos orgânicos é um processo bioquímico que utiliza ação bacteriana para fracionar compostos complexos e produzir gás combustível, denominado biogás, que é constituído de metano e dióxido de carbono (MARTINEZ & TARRENTO, 2006). Este processo provoca reações produzidas por bactérias que digerem a matéria orgânica sob condições anaeróbicas, isto é, com ausência de oxigênio, fazendo com que o reaproveitamento da matéria possa ter uso diversificado. Os biodigestores visam atender dois objetivos básicos: produção de energia e tratamento de dejetos.

Para tanto, ao ser decomposta a matéria, obtém-se três partes: líquida, sólida e gasosa. A primeira, denominada de tratado, é a parte líquida que resulta do processo de biodigestão. Sua eficaz utilização está na prática agrícola, inclusive na fertirrigação, que se dá por conta de riqueza de nutrientes. Já na segunda, que é chamada de biofertilizante, além de orgânico, é rico em nutrientes, como por exemplo o NPK, também chamado de macronutrientes, que é formado por Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), fundamentais para a fertilização das plantas. O uso desse tipo de resíduo orgânico é albergado pelas boas práticas agrícolas, ou seja, apresenta eficácia na substituição dos fertilizantes químicos, sem causar danos ao meio ambiente e ao homem, concentrando um conjunto de princípios que visam o desenvolvimento sustentável. A última, a gasosa, recebe o nome de biogás, que pode ser obtido de resíduos agrícolas, ou mesmo de excrementos de animais e de seres humanos. Segundo Souza et al. (2005), o biogás é formado principalmente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), gás amônia (NH₃), sulfeto de hidrogênio (H₂S) e nitrogênio (N₂), sendo usado com frequência, principalmente nos países europeus, em substituição ao gás natural que vem se tornando escasso. Estes momentos são apresentados na figura 7.

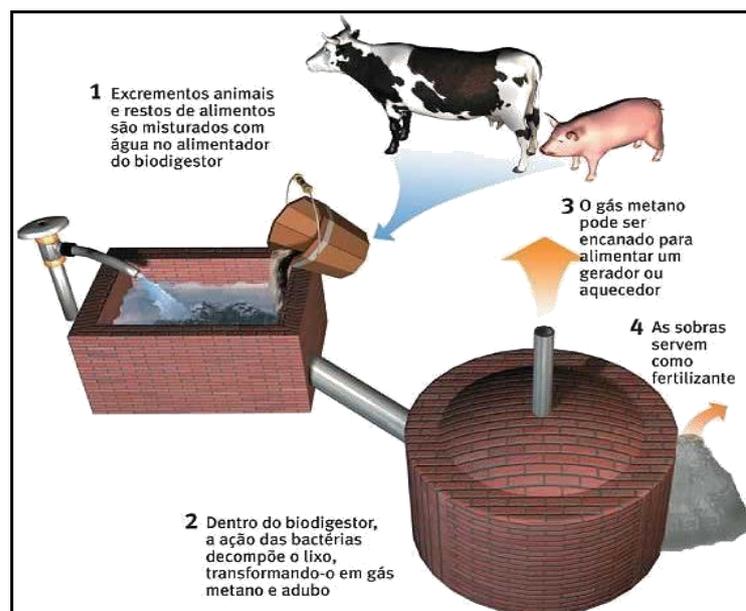


Figura 7: O processo de biodigestão
 Fonte: Wikipédia: A enciclopédia livre⁸

Os biodigestores, além de serem eficazes no reaproveitamento dos dejetos, têm-se mostrado um excelente fator de contribuição para o desenvolvimento sustentável, por meio da produção de energia alternativa. Na Tabela 1, a seguir, apresentamos dados comparativos das outras fontes de energia equivalentes a um metro cúbico de biogás.

Tabela 1: Comparação entre várias fontes de energia para gerar o equivalente a um metro cúbico de biogás.

Fonte calorífica	Quantidade/unidade
Álcool carburante	0,80 litros
Energia Elétrica	4,69 kwh
Gasolina	0,61 litro
GLP (butano e propano)	0,43 kg
Lenha	3,50 kg
Óleo diesel	0,55 litro
Querosene	0,62 litros

O poder calorífico do biogás depende diretamente do seu teor de metano, variando de 5 000 a 7 000 Kcal/m³. Nos biodigestores de modelos indianos e chineses, a produção de biogás, no período de um ano, gera, em média, 57,7% de CH₄ e 34,2 de CO₂. (SILVA et al. 2005). Teoricamente, qualquer material orgânico pode ser utilizado na biodigestão, porém os mais comuns são: esterco fresco de bovino, esterco seco de galinha e esterco seco de suíno. Segundo Trani (2008), a produção média diária de esterco desses animais é bem significativa. Uma vaca, pesando 453 kg, produz 23,5 kg de esterco por dia; um cavalo, de 385 kg, produz

⁸ Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Biodigestor.JPG>. Acesso em 19/07/2011.

16,3 kg, um porco de 72 kg, produz 3,4 kg de esterco e um frango, pesando 1,6 kg, produz 100g, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Produção de biogás em função do tipo de esterco

Material	Rendimento de biogás por massa de material orgânico (m ³ /kg)
Esterco fresco de bovino	0,04
Esterco seco de galinha	0,43
Esterco seco de suíno	0,35

Fonte: NOGUEIRA, 1986.

Pesquisadores da Faculdade de Ciências Agrônômicas, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), alertam que é importante que se conheça a potencialidade de produção de biogás de cada tipo de esterco, pois o uso de cada espécie de dejetos implicará em tamanhos diferentes de biodigestores e com isso, o custo de sua construção varia de R\$ 10 mil a R\$ 100 mil. O uso de alvenaria na construção de biodigestores faz com que sua instalação e mão de obra tenham um gasto menor, podendo ser disponibilizada para micro produtores e produtores familiares. Em nosso trabalho discutimos a viabilidade dos principais modelos de biodigestores: o chinês, o indiano, o batelada e o tubular.

Segundo Deganutti (2002), a construção de um biodigestor indiano é simples, entretanto, o gasômetro de metal, a distância da propriedade e o transporte podem inviabilizar, ou encarecer, sua implantação. As figuras 8 e 9 apresentam um esquema estrutural desse biodigestor, utilizado para a produção de biogás e biofertilizante, onde se observa a presença das caixas de entrada e saída, servindo para abastecimento de dejetos e retirada do biofertilizante, respectivamente.

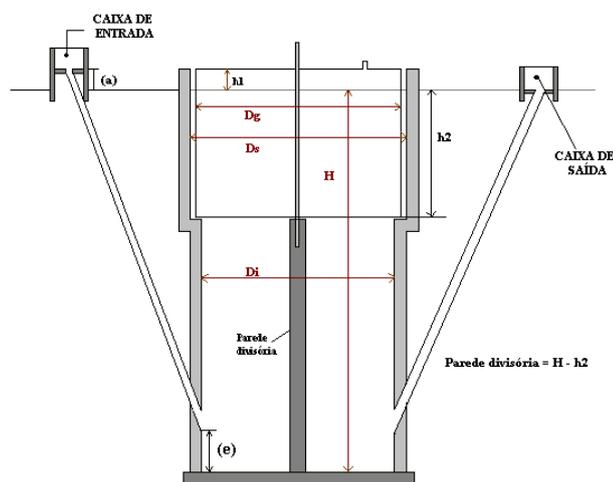


Figura 8: Estrutura de um biodigestor modelo indiano

Fonte: DEGANUTTI ET AL., 2002

Legenda:

- H** é a altura do nível de substrato;
- Di** é o diâmetro interno do biodigestor
- Dg** é o diâmetro do gasômetro;
- Ds** é o diâmetro interno da parede superior;
- h1** é a altura ociosa (reservatório do biogás);

h_2 é a altura útil do gasômetro;
 a é a altura da caixa de entrada;
 e é a altura de entrada do cano com o efluente.



Figura 9: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo indiano
 Fonte: DEGANUTTI ET AL., 2002

O biodigestor, modelo chinês, funciona com base no princípio da prensa hidráulica, onde o aumento da pressão em seu interior, resultante de acúmulos de biogás, provocará deslocamentos dos efluentes da câmara de fermentação para a caixa de saída. Deganutti et al. (2002) aduz que este modelo é constituído de partes em alvenaria, dispensando o uso de gasômetro em chapa de aço, reduzindo sensivelmente os custos. No entanto, podem ocorrer problemas com vazamentos do biogás, caso a estrutura não seja bem vedada e impermeabilizada. Neste tipo de biodigestor uma parcela do gás é formada na caixa e libertada para a atmosfera, diminuindo parcialmente a pressão interna do gás, por este motivo as construções desses biodigestores não são utilizadas para instalações de grande porte. As figuras 10 e 11 representam esquema de um biodigestor modelo Chinês.

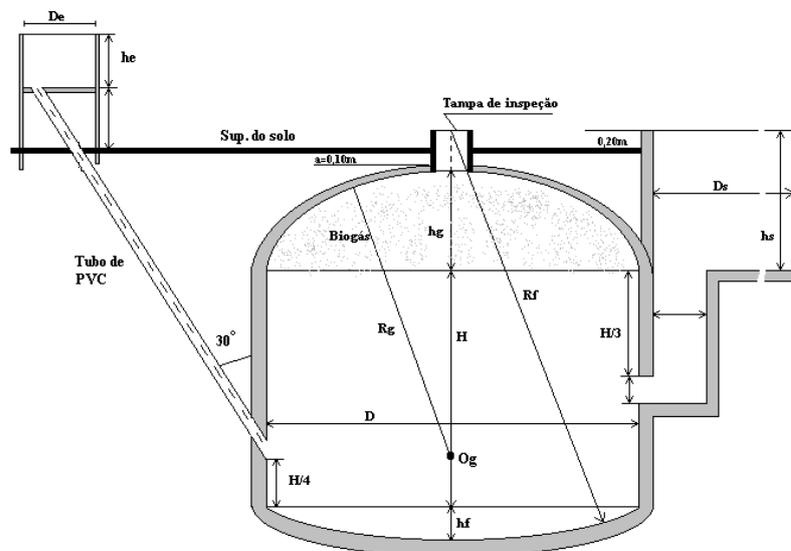


Figura 10: Estrutura de um biodigestor modelo chinês
 Fonte: DEGANUTTI ET AL., 2002

Legenda:

D é o diâmetro do corpo cilíndrico;
H é a altura do corpo cilíndrico;
hg é a altura da calota do gasômetro;
hf é a altura da calota do fundo;
Of é o centro da calota esférica do fundo;
Og é o centro da calota esférica do gasômetro;
he é a altura da caixa de entrada;
De é o diâmetro da caixa de entrada;
hs é a altura da caixa de saída;
Ds é o diâmetro da caixa de saída;
a é o afundamento do gasômetro.

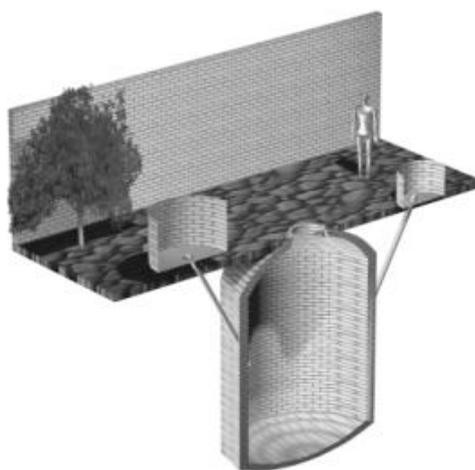


Figura 11: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo chinês.

Fonte: DEGANUTTI ET AL., 2002

Mais uma vez citando Deganutti et al. (2002), o biodigestor modelo batelada é considerado um sistema simples e de pequena exigência operacional. A instalação deste modelo pode fazer uso de apenas um tanque anaeróbio, ou vários tanques em série. Esse biodigestor é abastecido de uma única vez, não é contínuo, mantendo-se em fermentação por um período conveniente, sendo o material descarregado posteriormente após o término do período efetivo de produção de biogás. As figuras 12 e 13 mostram o biodigestor, realçando seus elementos fundamentais para sua construção.

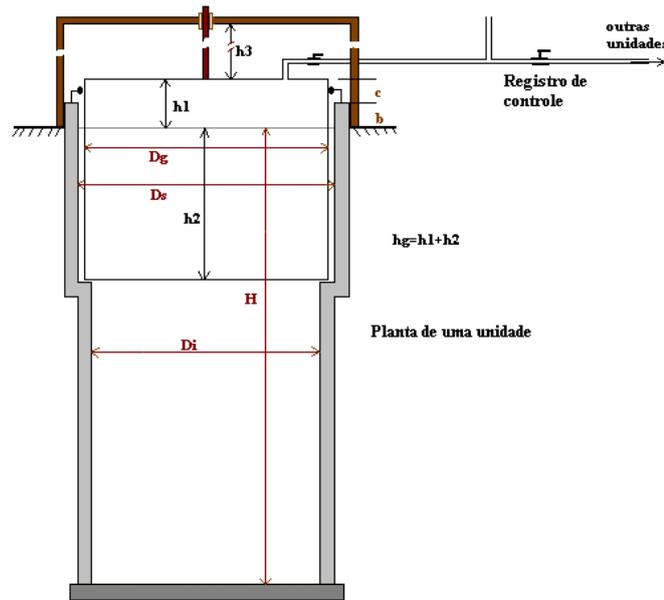


Figura 12: Estrutura de um biodigestor modelo batelada
 Fonte: DEGANUTTI ET AL., 2002

Observando a figura 12, temos:

- Di** é o diâmetro interno do biodigestor;
- Ds** é o diâmetro interno da parede superior;
- Dg** é o diâmetro do gásômetro
- H** é a altura do nível do substrato;
- h1** é a altura ociosa do gásômetro;
- h2** é a altura útil do gásômetro;
- h3** é a altura útil para deslocamento do gásômetro;
- b** é a altura da parede do biodigestor acima do nível do substrato;
- c** é a altura do gásômetro acima da parede do biodigestor.



Figura 13: Representação tridimensional em corte do biodigestor modelo batelada.
 Fonte: DEGANUTTI ET AL., 2002

Em junho de 2006 foi feita a seguinte divulgação no Jornal da Unesp: “Gás gerado com material orgânico a partir de dejetos de animais, projeto obtém produto para iluminação e aquecimento em área rural”. A reportagem faz menção à construção de um biodigestor que supre a demanda energética de três famílias de agricultores em área de assentamento rural no interior do estado de São Paulo.

Desenvolvido por uma equipe de pesquisadores da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Unesp, campus de Botucatu, o projeto implementou biodigestor modelo indiano para uma produção média diária de 23,4 m³ de biogás oriunda através de dejetos de suínos e bovinos. Conforme os dados divulgados, para uma produção diária de 23,4 m³ de biogás o estudo propõe uma mistura de 60 kg de esterco bovino, 60 kg de esterco suíno e 150 litros de água não clorada. Após cerca de 60 dias, ocorre a produção de biogás e de biofertilizante, resultantes da reação entre material orgânico e bactérias anaeróbias. Os pesquisadores ressaltam que o projeto é economicamente viável, pois o sistema custou aproximadamente R\$ 8.000,00 e possibilita ao agricultor uma economia em torno de 15% mensais, considerando uma renda no valor de um salário mínimo. Aduzem que, além da economia existem outras vantagens ligadas ao desenvolvimento da tecnologia. O envio de dejetos de animais para o biodigestor evita que eles sejam jogados no ambiente sem tratamento. (CHAGAS, 2006).



Figura 14: Fase de construção do biodigestor
Fonte: Jornal da Unesp – Junho 2006



Figura 15: Residências abastecidas com biogás
Fonte: Jornal da Unesp – Junho 2006

O modelo tubular do biodigestor, de película do polietileno, é uma forma barata e com uma tecnologia simples para produzir o gás, que foi utilizado experimentalmente em pequenas propriedades no Vietnã. Este sistema é indicado aos pequenos proprietários rurais por causa do baixo investimento, de um retorno rápido e dos efeitos positivos causados ao meio ambiente (AN et. al. *apud* MARTINEZ & TARRENTO, 2006).

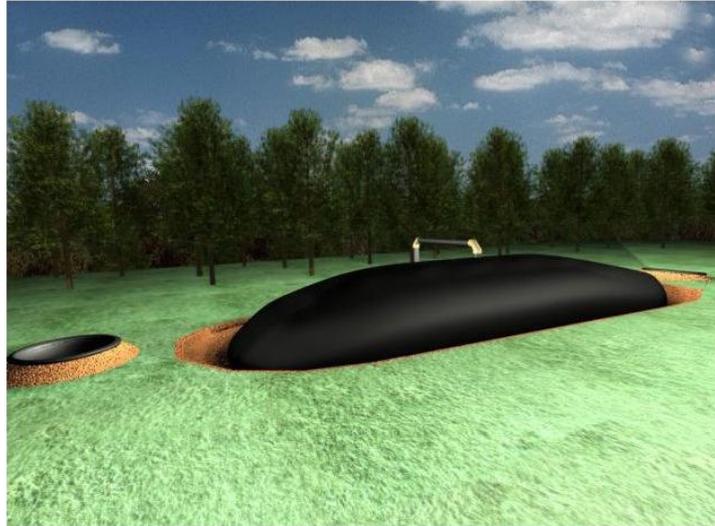


Figura 16: Biodigestor tubular

Segundo Ribeiro (2011), “o biodigestor tubular é dividido em duas partes: uma para a fase líquida e outra para a fase de gás”. Ou seja, o biodigestor é composto de uma área denominada *campana*, destinada para reservar o biogás produzido pela fermentação anaeróbica, e pela região, chamada *fossa*, destinada à mistura líquida (excremento animais acrescido de água) que entra no sistema. O autor afirma que é comum que a proporção gás/fase líquida seja alterada segundo a necessidade do projeto de instalação do biodigestor, isto é, do tempo de retenção da fase líquida, da quantidade de matéria-prima disponível e do consumo de gás diário.

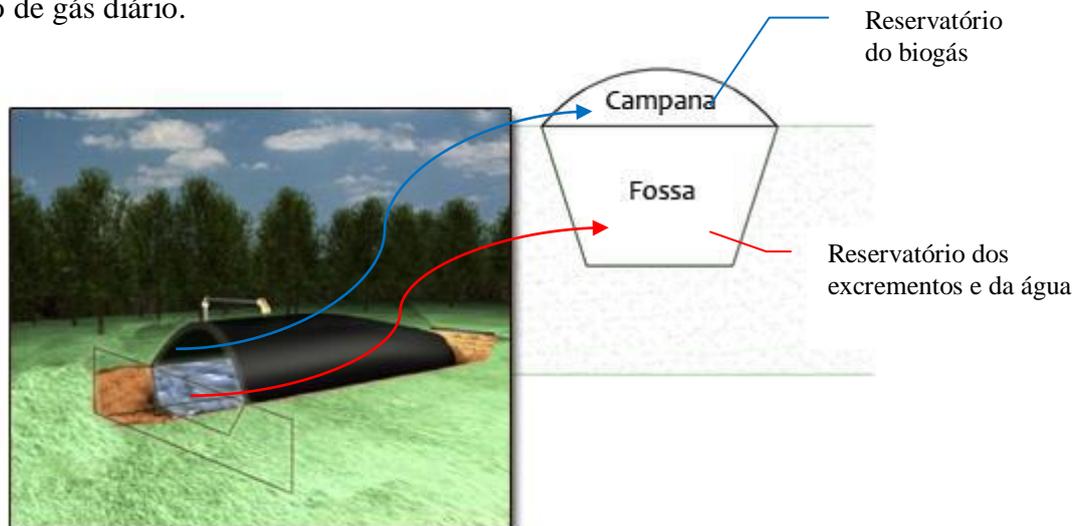


Figura 17: Corte transversal de um biodigestor tubular

Fonte: RIBEIRO, 2011

Para Ribeiro (2011), os cálculos de dimensionamentos dos biodigestores utilizam técnicas matemáticas não triviais, pois é necessário otimizar funções não lineares restritas. O autor ainda acrescenta que no caso do biodigestor tubular tais operações são mais elementares. Esse dispositivo apresenta vantagens, tais como o uso de plástico de polietileno de baixo custo, baixo peso e eficiência. Embora denominados biodigestor tubular, são instalados em fossas quadradas, retangulares ou trapezoidais.

Entre outras vantagens no uso desse modelo de biodigestor, destacamos a redução da necessidade de desmatamento; o biogás, que substitui o gás de petróleo no meio rural, elimina também os custos do transporte de bujão de gás dos estoques do litoral ao interior; o uso do

biogás na cozinha é higiênico, não desprende fumaça e não deixa resíduos nas panelas; os excrementos fermentados aumentam o rendimento agrícola; a redução no consumo de energia.

Os derivados da biodigestão anaeróbica proporcionam reaproveitamento dos dejetos, diminuição no custo da produção e incentivo ao produtor da prática orgânica. Ocorrem também estudos avançados, que analisam a possibilidade de reaproveitamento da parte líquida excedente do processo de ação das bactérias sobre a matéria orgânica, com intuito de tratá-la e reutilizá-la na produção. Há registros de que grandes produções independentes já concluíram essa etapa, reutilizando a água em várias atividades em suas propriedades.

CAPÍTULO IV: DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Destacamos neste capítulo o processo de ensino e de aprendizagem, vivenciado pelos estudantes do CTUR, durante o desenvolvimento do nosso trabalho de pesquisa.

4.1. Modelagem Matemática: um ambiente de aprendizagem no CTUR

O desenvolvimento do projeto, baseado em princípios da modelagem matemática, com estudantes do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica do Colégio Técnico da UFRRJ, ocorreu no período de agosto de 2010 até maio de 2011.

Em um primeiro momento, decidimos trabalhar de acordo com o caso 3 de modelagem matemática proposto por Barbosa (2001), em que os estudantes participam de todo o processo. Durante as aulas, os estudantes ficaram responsáveis pela definição do problema, como questioná-lo, da coleta de dados e suas análises, e o professor assumiu o papel de “co-partícipe” neste processo de investigação. Como definido inicialmente, esta pesquisa buscou investigar como a modelagem pode contribuir para o aprendizado da matemática e sua aplicabilidade nas demais disciplinas do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica no CTUR. Inicialmente, nossa temática foi escolhida de uma área distinta a da matemática, atrelada as disciplinas técnicas e com caráter transversal.

No dia 07 de outubro de 2010, na sala 16, do anexo 1 do Colégio Técnico da UFRRJ, ocorreu o primeiro encontro com os estudantes da turma do 2º ano do Curso Técnico de Agropecuária Orgânica, com a meta de convidá-los a participar deste projeto. Além do convite para participar desta atividade interdisciplinar, esclarecemos aos discentes que o projeto está inserido na pesquisa, cuja finalidade principal é o trabalho de dissertação do Programa de Pós Graduação em Educação Agrícola (PPGEA). Em seguida, propomos o tema *A pecuária de corte brasileira e seus impactos ambientais*, que após um debate, os educandos se mostraram interessados e o aceite ao convite foi imediato. Mostraram-se também bastante estimulados, visto que o assunto, além da relação com área técnica, apresenta forte apelo no diz respeito às discussões do meio ambiente e sua degradação.

Burak (*apud* Vicentin, 2010, p.200) diz que:

muitas vezes, o professor poderá sentir-se ‘impotente’ diante de algumas situações que ocorrem com o trabalho envolvendo a Modelagem Matemática. É momento em que o professor deverá buscar auxílio de outras pessoas, ou pessoa, para superar a dificuldade encontrada.

Portanto, com o intuito de obter esclarecimentos a respeito da temática proposta, convidamos o zootecnista Samuel Coutinho de Macedo Júnior, mestrando do PPGEA, que na ocasião realizava estágio pedagógico no Colégio Técnico, para ministrar uma palestra. Essa se transformou em um amplo debate sobre o assunto, com enorme empolgação por todos os presentes, ampliando o conhecimento sobre o assunto abordado.



Figura 18: Primeiro debate entre estudantes sobre a pecuária de corte brasileira e seus impactos ambientais⁹

Dando prosseguimento, a turma dividiu-se em cinco grupos com seis estudantes cada, para pesquisar sobre os impactos ambientais causados pela criação de gado de corte em nosso país. Mas, estávamos totalmente enganados. A discussão tomou outro rumo, pois cada grupo percebeu as afinidades por um dos impactos ambientais causados pela pecuária brasileira. Os assuntos escolhidos pelos discentes foram: a carne bovina e a saúde humana; a degradação do solo; o gás metano e seus efeitos; os resíduos do abate; o biodigestor anaeróbico.

Quando levamos para o grupo um tema já fechado, parecia que tínhamos o controle do trabalho em nossas mãos. Muito pelo contrário, os estudantes deram outro direcionamento. A organização em grupos e a divisão do tema em subtemas serviu para confirmar que o planejamento envolvendo modelagem é de fato uma tentativa de ‘prever o imprevisto’, identificando possíveis desdobramentos.

A partir da organização estabelecida pela turma, propomos que os grupos partissem em busca de informações sobre o tema, com o intento de realizarmos nova discussão no próximo encontro. A modelagem é de fato um desafio para o professor, vivenciamos e entendemos quando Skovsmose (2000) argumenta sobre a necessidade do professor se mover da “zona de conforto” e entrar na “zona de risco”. É notório que ao optarmos por utilizar a modelagem, muitas das vezes o planejamento é adequado a cada encontro para satisfazer as necessidades que ocorrem em sala de aula.

⁹ Na foto da esquerda, de vermelho, o zootecnista Samuel Júnior e, de verde, a professora Elaine Albuquerque.

No dia 19 de outubro de 2010, na sala 01 do prédio principal do Colégio Técnico da UFRRJ, realizamos nosso segundo encontro, com o zootecnista, Samuel Júnior, que mais uma vez dirigiu o debate com a turma.

Cada grupo de estudantes escolheu um de seus componentes para fazer um relato parcial das informações pesquisadas até aquele momento. Após as exposições, foi possível ouvir a todos presentes, onde se abriu um canal para acrescentarmos que julgamos pertinentes. Assim, foi desencadeado um novo debate sobre os impactos ambientais causados pela pecuária de corte no Brasil.

O grupo responsável por pesquisar sobre biodigestores destacou sua relevância para a preservação do meio ambiente, visto que esse mecanismo permite o reaproveitamento dos dejetos, produzindo gás que serve como combustível, para geração de energia e adubo.

Quanto aos resíduos do abate, os estudantes destacaram a enorme quantidade de água que é utilizada nesta ação. São gastos mais de 1500 litros de água no abate de cada cabeça de gado, que se torna contaminada e descartada no meio ambiente de forma imprópria.

Os estudantes destacaram que a criação de gado não é a única fonte de produção de gás metano, nem mesmo a principal. Mostraram-se preocupados com os problemas causados a camada de ozônio e acrescentaram que quanto maior for o consumo de carne, maior a sua criação, maior a produção do gás metano.

No que se refere à saúde, foram apresentadas duas abordagens. A primeira foi em relação à saúde do animal. Além da preocupação com a alimentação e vacinas, o grupo apresentou outro fator relevante com relação ao manejo, a forma que o animal é tratado. Evidenciaram que o animal que passa por situações estressantes produz uma carne de má qualidade e conseqüentemente, prejudicando a saúde do consumidor. Outro tema abordado foi a necessidade da redução do consumo excessivo de carne.

Nesta ocasião, os grupos ainda não tinham muitas informações. Mas carregavam uma variedade de questionamentos e dúvidas. Muitas puderam ser esclarecidas durante as palestras, outras foram motivações para que os estudantes saíssem a campo em busca de dados.

Em 28 de outubro de 2010, realizamos novo encontro, onde cada grupo apresentou novidades sobre a pesquisa que vinham realizando. Vale evidenciar que o grupo que pesquisava sobre os biodigestores apresentou um esquema de projeto de funcionamento de um biodigestor. Um dos componentes do grupo desenhou no quadro e explicou todo o processo de um gerador de energia elétrica usando gás produzido por um biodigestor. Ele destacou que existem vários tipos de biodigestores, com diversificados custos. Neste momento, uma aluna de outro grupo disse ter lido sobre um biodigestor construído em uma pequena propriedade com materiais reciclados.

Após esta exposição combinamos que no dia 18 de novembro de 2010, os grupos deveriam realizar a apresentação oral e escrita dos dados coletados sobre o tema proposto. Neste dia, antes de começarmos a atividade, os estudantes propuseram uma sequência de apresentação dos grupos. Já haviam discutido os dados entre eles, o que permitiu a identificação dos pontos comuns. Foram realizadas as apresentações do trabalho de cada equipe. Os grupos em geral falaram do assunto com propriedade. Todos os temas abordados convergiram para a reflexão de como as técnicas de agropecuária poderiam contribuir para uma criação de gado de corte, que minimizasse os impactos ao meio ambiente, tendo como prioridade ações que permeiem pela preservação e conservação de recursos naturais, à sustentabilidade social e econômica dos sistemas produtivos.

A apresentação do primeiro grupo consistiu na abordagem da degradação do solo causada pela pecuária brasileira, além de estratégias de recuperação de regiões cujo solo foi danificado e desenvolvimento de técnicas de prevenção.

O grupo seguinte destacou aspectos referentes à carne bovina e a saúde humana. A abordagem enfocou os benefícios e os malefícios do consumo de carne. Relacionaram as composições nutricionais das carnes bovinas, suínas e de frango. Enfatizaram principalmente a necessidade de estabelecer um equilíbrio alimentar, evitando os exageros no consumo de qualquer alimento.

O terceiro grupo ao apresentar os dados coletados transitou por questões referentes ao gás metano e seus efeitos. Em linhas gerais, apontou que a redução da idade do abate como uma das possíveis formas de reduzir os efeitos do gás metano originário da pecuária.

O quarto grupo enfocou o tratamento de resíduos de abatedouros. Para facilitar a obtenção dos dados, a pesquisa foi realizada somente com estabelecimentos devidamente registrado nos órgãos responsáveis. O grande consumo de água para o abate foi um dos fatores destacado pelos estudantes. A informação é que o gasto varia de 1700 litros até 3000 litros de água para o abate de um bovino. Eles destacaram a relevância de um técnico agrícola para orientar os produtores.

Para finalizar, o grupo que pesquisou sobre o biodigestor anaeróbico fez sua exposição, fazendo relações com os outros trabalhos anteriormente apresentados. Apontaram o biodigestor como uma forma de diminuir os impactos da pecuária no meio ambiente. Destacaram que a agropecuária e a tecnologia devem caminhar juntas, e que o principal aspecto a ser desenvolvido é a conscientização da sociedade como um todo no sentido de preservar o planeta em que vivemos.



Figura 19: Apresentação dos dados pesquisados

Após o encerramento das apresentações, a turma desenvolveu um debate sobre o que havia sido apresentado até o momento. A discussão convergiu para a alternativa de minimizar os impactos causados ao meio ambiente. Assim, os estudantes sugeriram o desenvolvimento de um projeto para a construção de um biodigestor, economicamente viável, para o pequeno produtor rural.

Durante o período de férias escolares de fim de ano, concentramos as informações coletadas pelos estudantes. Observamos que são muitas as variáveis que envolvem a

construção de um biodigestor anaeróbico. Levando em consideração que a pesquisa tem como público alvo discentes de nível médio, restringimos as variáveis e redigimos material para discutir em nosso próximo encontro.



Figura 20: Turma 34/2011

No mês de março do ano letivo de 2011, os estudantes receberam texto que tratava do biodigestor anaeróbico. Além de discutir sobre a função do dispositivo, o material concentrava informações sobre os benefícios de sua utilização. Os alunos foram convidados a realizar a leitura para realizarmos nova discussão.

A opção dos alunos em trabalhar com o biodigestor anaeróbico provocou uma discussão sobre a preocupação no que diz respeito à geração de energia elétrica como uma alternativa sustentável, tema em evidência na atualidade, tendo em vista a progressiva escassez de sua obtenção por meio natural.

A sugestão foi focar nosso trabalho no biodigestor tubular, por ser uma alternativa eficaz para o pequeno produtor rural, tendo em vista que a substituição do gasômetro de metal pelo filme tubular de polietileno gera uma redução significativa no custo, além de sua fácil instalação.

Segundo Ribeiro (2011), a viabilidade de um projeto de biodigestor tubular tem a ver com a razão entre o volume da campana (região destinada para o gás) e o volume total do biodigestor, a qual não deve ser superior a 40%, caso contrário o volume da fase líquida não será suficiente para manter a campana cheia de gás, fazendo com que a campana colapse sobre a fase líquida. Para atender a essa recomendação técnica, desenvolveu-se um modelo matemático para calcular as dimensões de um biodigestor tubular de plástico, em função da proporção gás/fase líquida desejada. Na figura 21, apresentamos o corte transversal do biodigestor proposto por Ribeiro (2011), com as dimensões indicadas para um determinado tipo de fossa.

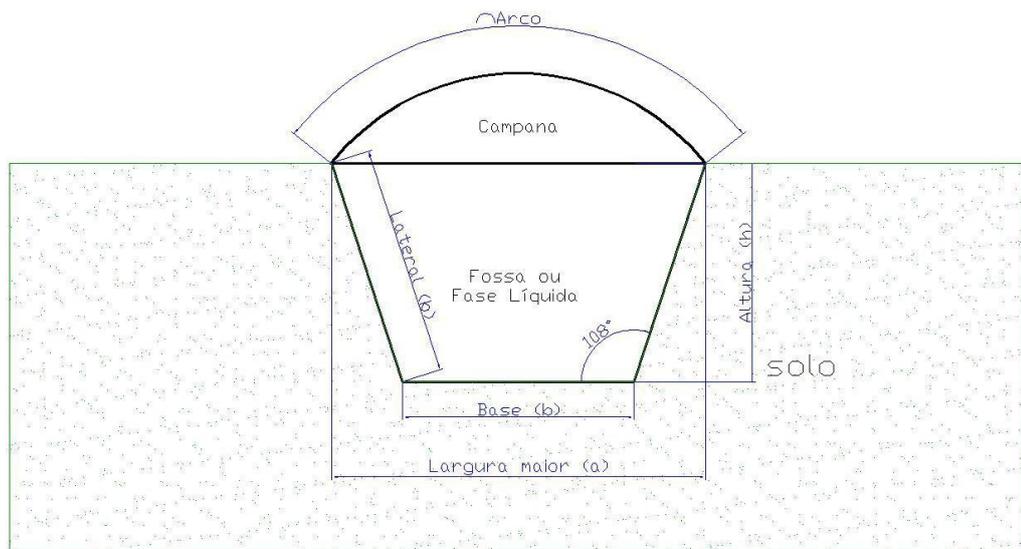


Figura 21: Corte transversal de um biodigestor tubular
 Fonte: RIBEIRO, 2011

A proposta do formato trapezoidal do biodigestor é apenas uma das possibilidades para esse tipo de biodigestor. Na prática, o pequeno produtor faz as escavações nesse formato, no intuito de evitar que as paredes da fossa *esbarranquem* (termo utilizado pelos agricultores). A inclinação aplicada às suas paredes torna-se favorável por diminuir as chances do deslocamento das partículas provocado pela erodibilidade e infiltrações.

Baseado nesses dados, foi proposto à turma realizar uma análise desse tipo de fossa, em busca de estudar a viabilidade de sua instalação. Para nosso projeto, decidimos considerar o comprimento da fossa como sendo de 10 metros e pela utilização de um filme tubular com 80 cm de diâmetro.

Esta etapa do processo aconteceu durante as aulas do mês de abril de 2011. Num primeiro momento, notamos dificuldade na compreensão dos alunos de que o comprimento da circunferência do tubo de plástico deveria ser igual ao perímetro total transversal (campana + fossa). Com um pouco mais de discussão, os estudantes perceberam que o tubo plástico, por ser flexível, permite sua acomodação ao buraco escavado no solo.

Na sequência, buscamos calcular o perímetro total transversal (campana + fossa). O corte transversal da fossa tem a forma de um trapézio isósceles, enquanto o da campana corresponde a um arco de circunferência de raio R , como está representado na figura 22.

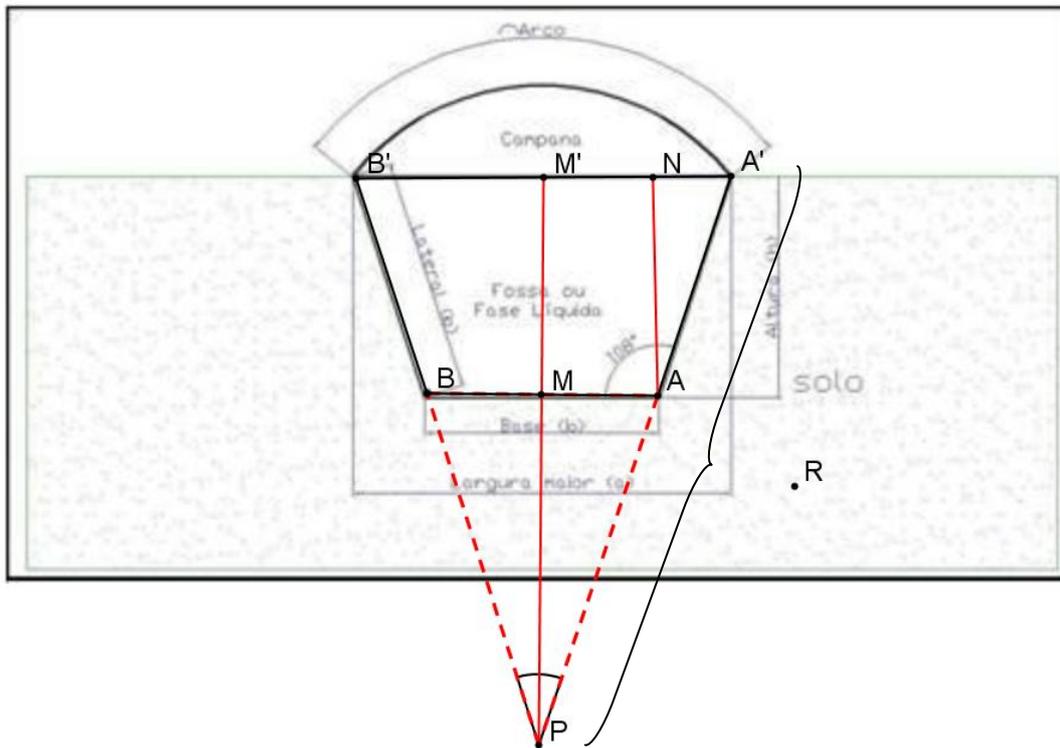


Figura 22: Representação do corte transversal do biodigestor (campana + fossa)

Como o filme tubular tem 80 cm de diâmetro, seu comprimento é $C_t = 2\pi r_t \therefore C_t = 2,513m$. O comprimento do arco $A'B'$ é compreendido por um ângulo central de 36° , que corresponde a décima parte da circunferência. Assim,

$$3b + \frac{2\pi R}{10} = 2,513m \dots\dots\dots(1)$$

Chamando de M e M' os pontos médios das bases menor e maior, respectivamente, do corte transversal da fossa, de A e A' e B e B' as extremidades direita e esquerda, respectivamente, destas bases, de P o ponto de intersecção dos prolongamentos dos lados não paralelos da fossa e, finalmente, de N o ponto de intersecção da base maior da fossa com uma reta perpendicular a ela passando pelo ponto A, teremos então o triângulo isósceles APB. Ou seja, como podemos observar na figura 23, temos que:

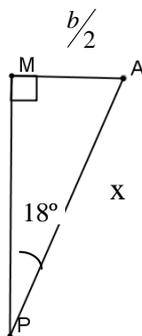


Figura 23: Triângulo AMP

Da figura 23, temos que: $\text{sen}18^\circ = \frac{b/2}{x}$, então escrevemos x em função de b , de forma que $x = \left(\frac{1}{2 \cdot \text{sen}18^\circ}\right) \cdot b = 1,618b$. Ou seja, $R = b + x = 2,618 \cdot b$. Determinando b em 1, temos $b=0,541$.

Na sequência, os grupos investiram em determinar as demais dimensões do corte transversal do biodigestor tubular, com intuito de calcular os volumes e verificar a viabilidade do projeto apresentado. Considerando a área do corte transversal do biodigestor, sendo a a medida da base maior e h a medida da altura desse corte do biodigestor temos dos triângulos $M'PA'$ e NAA' , respectivamente, que:

$$\text{sen}18^\circ = \frac{a/2}{R} \quad \text{e} \quad \text{cos}18^\circ = \frac{h}{b} \dots\dots\dots(2)$$

ou seja: $a = 2 \cdot R \cdot \text{sen}18^\circ = 0,875 \text{ m}$ e $h = b \cdot \text{cos}18^\circ = 0,515 \text{ m}$

Com esses dados, já foi possível calcular o volume da fossa (V_f), com forma de prisma. A área do corte transversal da fossa, que foi calculada através da fórmula da área do trapézio $\left(A = \frac{(a+b)h}{2}\right)$, é igual $0,3645\text{m}^2$. Como já foi registrado anteriormente, o comprimento da fossa é 10 m , que coincide com a altura do prisma. Daí, temos:

$$V_{prisma} = A_{base} \cdot h_{prisma} \therefore V_f = 3,645\text{m}^3 \dots\dots\dots(3)$$

O passo seguinte foi calcular a área da campana (A_g). Nesta etapa do processo, os estudantes apresentaram grande dificuldade em visualizar um caminho para efetuar tal cálculo. Após relacionarmos o setor circular em questão com uma bela fatia de bolo de chocolate, ficou bem mais fácil. Concluímos que a área da campana poderia ser calculada excluindo da área do setor a área do triângulo.

$$A_g = A_{setor} - A_{triângulo} \therefore A_g = \frac{\pi R^2}{10} - \frac{a \cdot \overline{PM'}}{2} \therefore A_g = \frac{\pi R^2}{10} - \frac{(2R \cdot \text{sen}18^\circ)(R \cdot \text{cos}18^\circ)}{2} \therefore A_g = \frac{\pi R^2}{10} - \frac{R^2 \cdot \text{sen}36^\circ}{2} \therefore A_g = 0,0407\text{m}^2 \dots\dots\dots(4)$$

Finalmente, foi possível calcular o volume da campana e, conseqüentemente, o volume total.

$$V_g = 0,0407 \cdot 10 \therefore V_g = 0,407\text{m}^3 \dots\dots\dots(5)$$

Das equações 3 e 5, temos que:

$$V_t = V_f + V_g \therefore V_t = 4,052\text{m}^3 \dots\dots\dots(6)$$

Para avaliar a viabilidade deste projeto de biodigestor tubular, calculamos a razão (p) entre o volume da campana (região destinada para o gás) e o volume total do biodigestor.

$$p = \frac{V_g}{V_t} \therefore p = 10,04\% \dots\dots\dots(7)$$

A razão entre o volume gasoso e o volume total do biodigestor tubular analisado é aproximadamente igual a 10,04%, garantindo sua viabilidade, visto que o valor não excede aos 40%, estabelecido por Ribeiro (2011), como o limite percentual, que mantém a campana de forma a não colapsar sobre a fase líquida.

Neste trabalho desenvolvido com a turma da 3ª série do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica do CTUR, foram abordados os seguintes conteúdos matemáticos: Razão, Proporção, Porcentagem, Geometria Plana (comprimento da circunferência, perímetro de figuras planas, semelhança de triângulos, área de figuras planas), Razões trigonométricas no triângulo retângulo, e Geometria Espacial Métrica (volume de prismas).

4.2. Visita a UFV e ao IF Sudeste MG

Em maio de 2011, acompanhamos os estudantes, envolvidos nesta pesquisa, em visita a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus Barbacena*. Os objetivos desta saída foram conhecer os cursos de graduação oferecidos pela UFV e a realidade do Instituto Federal, *Campus Barbacena*, que também oferece curso de Técnico em Agropecuária.



Figura 24: Visita a UFV e ao Instituto Federal, *Campus Barbacena*.¹⁰

A visita ao Instituto Federal, *Campus Barbacena*, foi guiada pelo Prof. José Alcir Barros de Oliveira, professor da disciplina Agricultura. Os discentes tiveram a oportunidade de conhecer os principais setores do *campus*, além dos projetos desenvolvidos pela agrotécnica. O professor José Alcir destacou a importância de o aluno vivenciar experiências

¹⁰ Na foto, localizada no canto superior esquerdo, da esquerda para direita: *Samuel Júnior*, zootecnista – PPGA/UFRRJ, *Prof. José Roberto*, Diretor Geral do IF Barbacena, *Prof. Leonardo Durval*, professor de mecanização – CTUR, *Prof. José Alcir*, professor de agricultura – IF Barbacena, *Profª. Elaine Albuquerque*, professora de matemática – CTUR e *Gilson Júnior*, nutricionista – CTUR

nas diversas áreas do setor agropecuário. Assim, solicitamos oportunidades de estágio para nossos estudantes nesta instituição. Informalmente, o Diretor Geral do Instituto Federal, Prof. José Roberto Ribeiro Lima, aprovou, assim como foi visto com bons olhos pela Direção do CTUR. Para tanto, será desenvolvido projeto que estabelecerá a parceria entre as instituições.

CAPÍTULO V: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Neste Capítulo apresentamos e analisamos os dados levantados pela pesquisa, através da utilização do questionário.

O trabalho foi desenvolvido com grupo de 29 (vinte e nove) estudantes de uma das turmas de 3ª série do Curso Técnico de Agropecuária Orgânica do CTUR. Aplicamos um questionário composto de 16 (dezesesseis) questões, envolvendo o perfil do educando, a relação aluno × matemática e as questões pertinentes ao tema central da pesquisa. Do total de alunos, vinte e seis responderam as questões, correspondendo a 89,6% da turma.

As primeiras seis questões do questionário objetivaram traçar um perfil dos jovens envolvidos na pesquisa. Os pesquisados estão concentrados em uma faixa etária conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Faixa etária dos estudantes participantes da pesquisa

Idade	Número de estudantes
16 anos	09
17 anos	11
18 anos	06

O sexo feminino predomina na turma, perfazendo um total de 76,9%. Muitos deles são oriundos de escola particular (73,1%). Em geral tem sua origem na área urbana da região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro (92,3%).

O gráfico 2 mostra as razões pelas quais os alunos optaram pelo Curso Técnico em Agropecuária Orgânica e mostra que a opção ocorreu, em primeira instância, pela qualidade e pela gratuidade do mesmo. Além disso, apenas 26,9% dos pesquisados indicou ter aptidão para trabalhar no setor agropecuário.

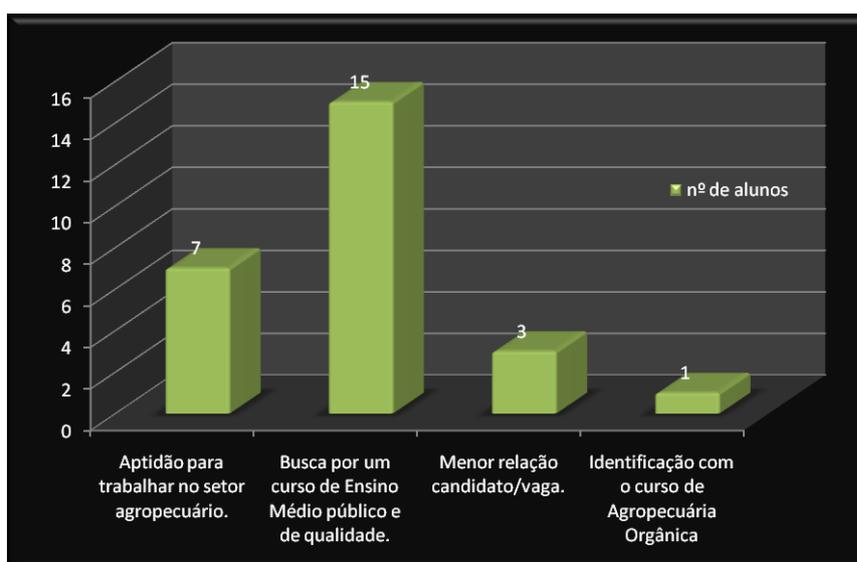


Gráfico 2: Motivação para escolha do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica

Já o gráfico 3 mostra-nos que 7,7% dos estudantes participantes da pesquisa pretendem exercer a profissão de Técnico Agrícola é ainda menor. Apenas 2 (dois) dos estudantes intentam ingressar nesta carreira. Vale destacar que, esses discentes também almejam ingressar em curso superior de área afim. No entanto, metade dos envolvidos nesta

pesquisa demonstrou o desejo em continuar sua vida acadêmica em cursos de áreas distintas a da Agrícola.

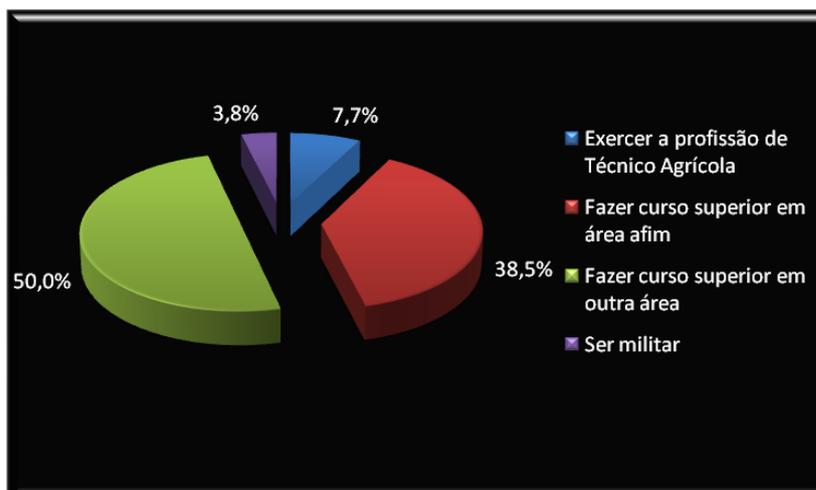


Gráfico 3: Intenções após a conclusão do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica

As quatro questões seguintes do instrumento de pesquisa buscaram identificar como os estudantes percebem a relação entre os conhecimentos das diversas disciplinas técnicas e de formação geral, além de apontar as disciplinas em que possuem mais e menos facilidade em sua vida escolar.

A maior parcela dos estudantes apontou ao menos uma das componentes curriculares da Área de Ciências Humanas e suas Tecnologias como de mais fácil aprendizagem. Já a Matemática foi destacada por apenas 6 (seis) estudantes, que corresponde a 23,1%. Enquanto, as disciplinas que ofereceram maior dificuldade na vida escolar dos discentes são aquelas que compõem a Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, principalmente a disciplina abordada nesta pesquisa que foi indicada por 46,2% dos envolvidos.

No que diz respeito aos conteúdos de matemática desenvolvidos em sala de aula sem nenhum tipo de contextualização, as respostas dos discentes convergem para o fato de que ausência de contextualização restringe o processo de ensino e de aprendizagem e caracteriza o conteúdo como irrelevante. Vejamos alguns depoimentos:

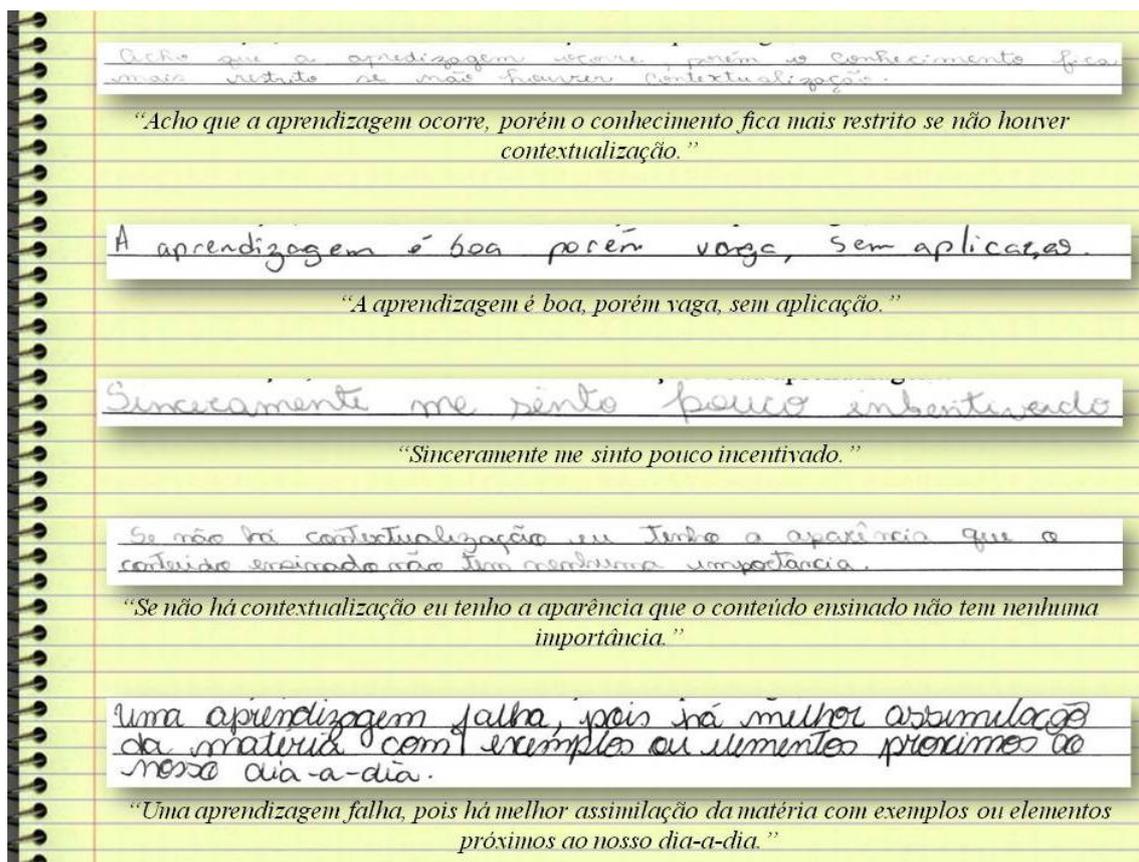


Figura 25: Depoimentos dos estudantes sobre a matemática e sua contextualização

A totalidade dos estudantes afirmou que observam a existência da relação entre os conhecimentos das diversas disciplinas técnicas e de formação geral. Observaram principalmente a aplicação das disciplinas de Biologia, Matemática e Química em disciplinas da área técnica. Isso fica bem caracterizado pelos comentários de alguns dos indagados:

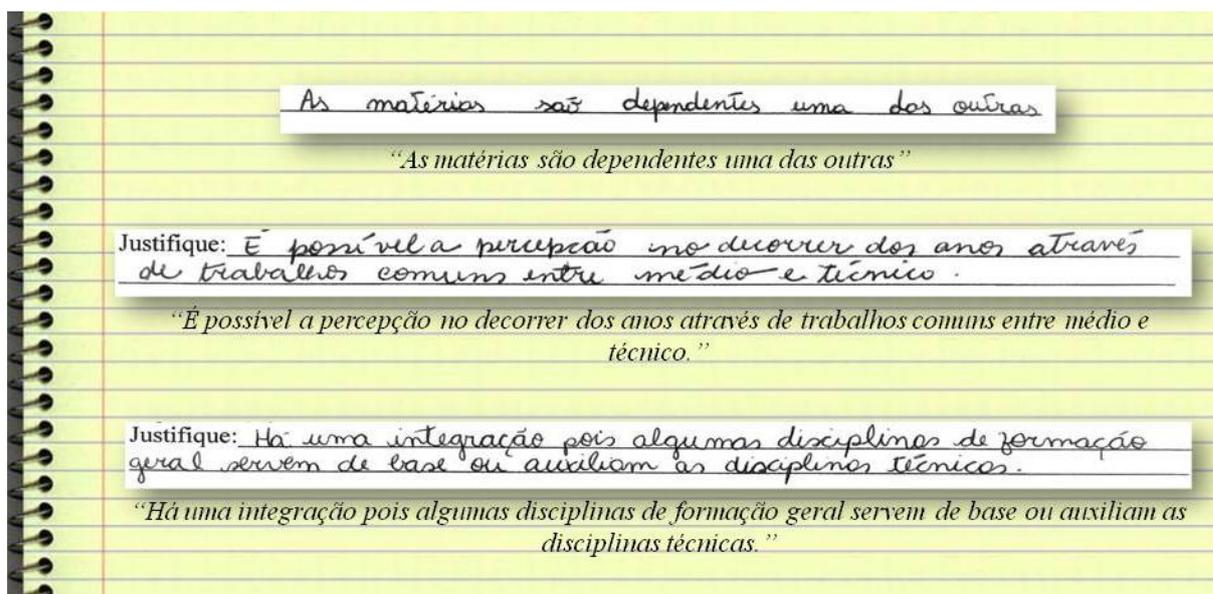


Figura 26: Comentários dos educandos sobre a relação entre as disciplinas técnicas e de formação geral

As demais questões focaram diretamente os objetivos, geral e específicos, do nosso trabalho. Assim, buscamos identificar se a modelagem contribuiu para o aprendizado de matemática, ao passo que se aplicava às disciplinas técnicas. Intentou, ainda, verificar se o estudante desenvolveu seus sentidos crítico e investigativo.

Dentre os envolvidos na pesquisa, 77% asseguraram que a metodologia utilizada no projeto – “*impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte*” – favoreceu sua aprendizagem na disciplina de Matemática. No que concerne às disciplinas da área técnica, todos os estudantes consideraram o procedimento eficaz no sentido de facilitar seu aprendizado.

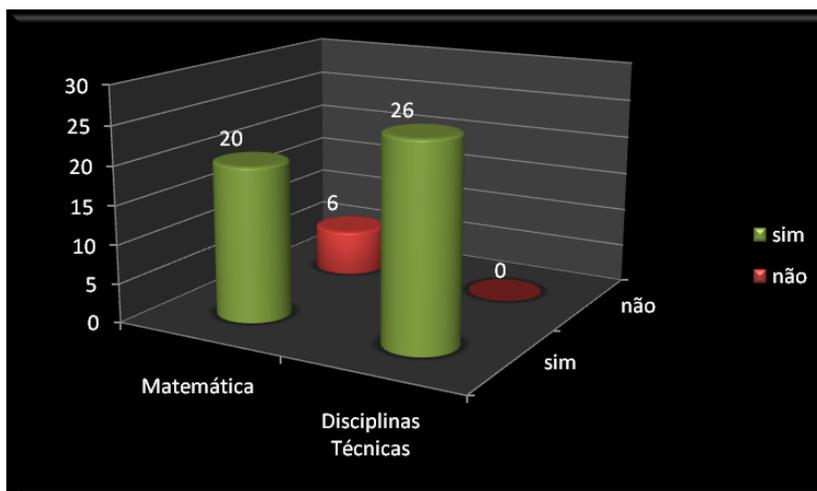


Gráfico 4: A facilitação da aprendizagem através da metodologia utilizada no projeto – “*impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte*”.

O favorecimento da aprendizagem de matemática durante o projeto está registrado no Gráfico 4. Segundo os estudantes isto ocorreu, em especial, por conta da interdisciplinaridade, aplicações em disciplinas técnicas e por despertar maior interesse nos estudos, como podemos observar nas falas abaixo:

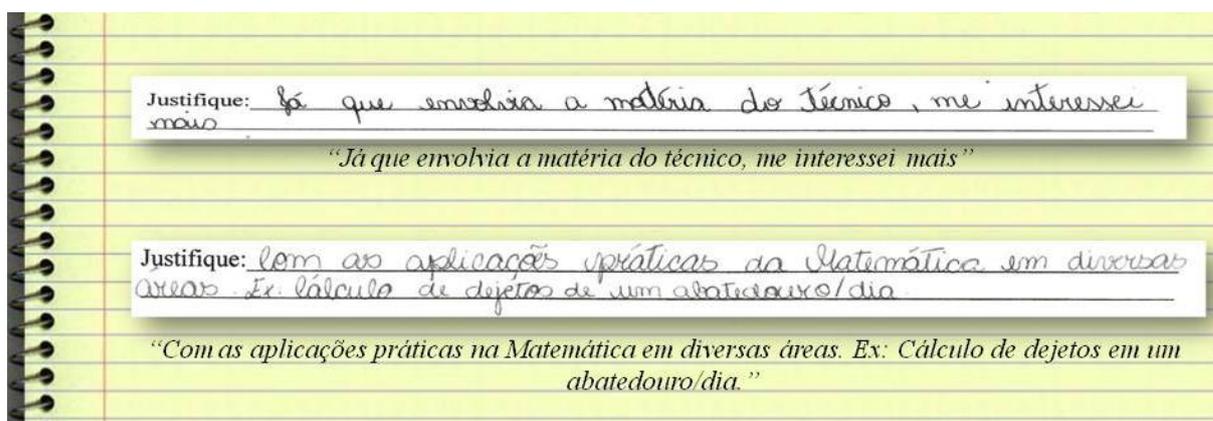


Figura 27: Observações dos estudantes em relação à facilitação da aprendizagem na disciplina de matemática

A metodologia utilizada no projeto foi considerada por unanimidade como um fator favorável a aprendizagem nas disciplinas da área técnica. A discussão fomentada sobre esses assuntos foi de extrema importância para o meio agrícola e para a sociedade como um todo,

devido ao foco no desenvolvimento sustentável, o que se evidenciou como aspecto de grande relevância no processo de aprendizagem, conforme observamos nas justificativas abaixo:

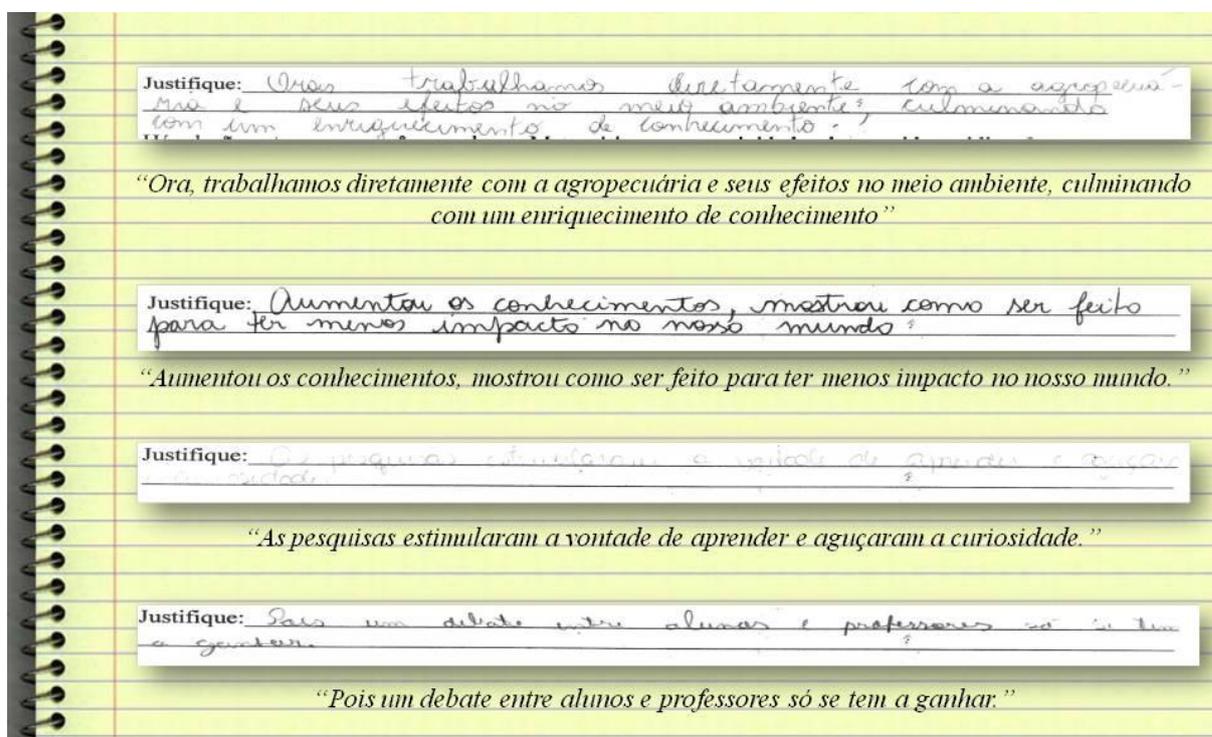


Figura 28: Justificativas para facilitação da aprendizagem nas disciplinas técnicas

Dos estudantes questionados, 84,6% perceberam a relação entre o que foi aprendido neste trabalho em matemática com as atividades da sua vida cotidiana. Além disso, exemplificaram o emprego da matemática no orçamento familiar, em operações básicas em pagamentos, nas estatísticas, na leitura de gráficos e também na atuação profissional, como pode ser percebido na fala do educando:

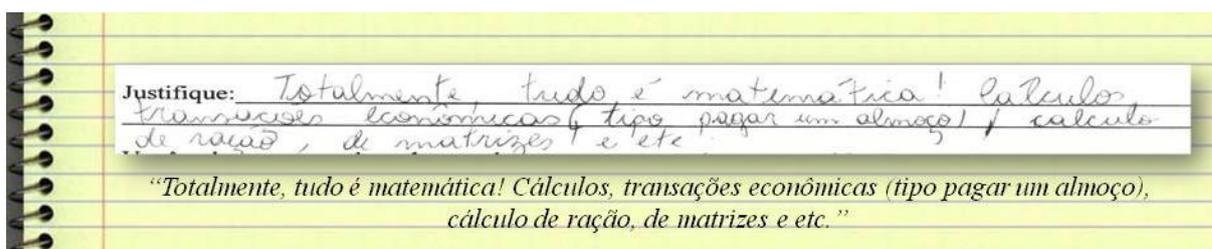


Figura 29: Depoimento de um educando sobre a relação entre a matemática e sua vida cotidiana

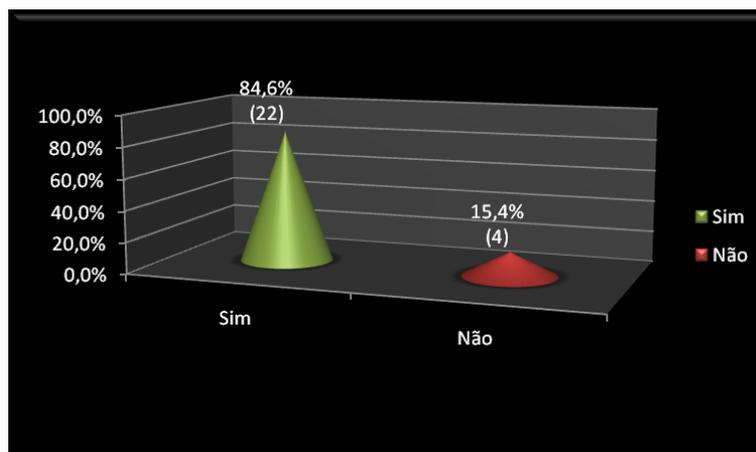


Gráfico 5: Aplicação da matemática em atividades da vida cotidiana do educando.

“*Nem penso em matemática no cotidiano*” foi a justificativa de apenas um dos estudantes, ao responder o questionamento da existência ou não da relação entre o que é aprendido em matemática e atividades da vida cotidiana.

Uma parcela relevante do grupo de estudantes pesquisados (80,8%) acha que a modelagem matemática desenvolveu seu senso crítico, no sentido de torná-lo um ser humano que reflete sobre o mundo a sua volta.

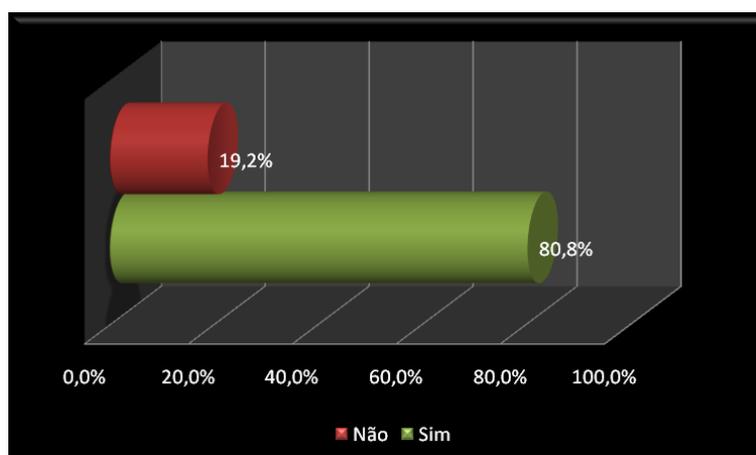


Gráfico 6: Senso crítico promovido pelo projeto de modelagem

O mesmo ficou evidente quando nos deparamos com colocações que tratavam de conscientização dos impactos ambientais provocados pelo homem, percepção do mundo ao redor, novo olhar, repensar de hábitos e discussão sobre boas práticas agrícolas. Observemos as declarações de alguns alunos:

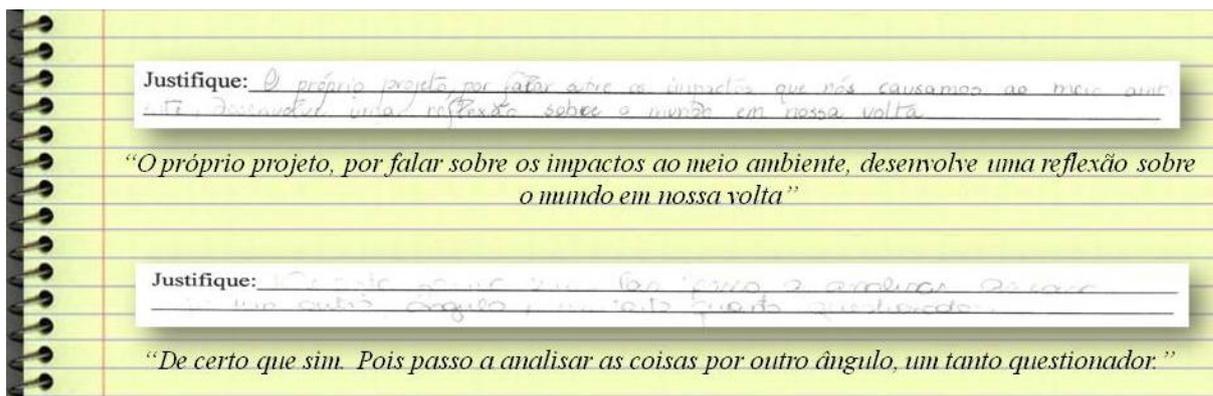


Figura 30: Declarações dos estudantes em relação a senso crítico promovido pela modelagem

A investigação, que emergiu durante execução do projeto, não foi considerada desafiadora por uma parcela significativa dos estudantes inquiridos (57,7%). Nove desses jovens não justificaram sua opção. O restante dos estudantes, que não observaram desafio na atividade desenvolvida, justificou suas respostas por julgarem comum a ação investigatória no processo de ensino. Em contrapartida, os 42,3% dos estudantes entenderam como estimulante o estudo dos “*impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte*”. Isso se deu em função da busca por materiais inerentes ao tema, que suscitou em questões interessantes e reflexão sobre o desenvolvimento sustentável. Além disso, provocou ponderação sobre o papel do técnico agrícola, como é possível entender na fala de um dos discentes:

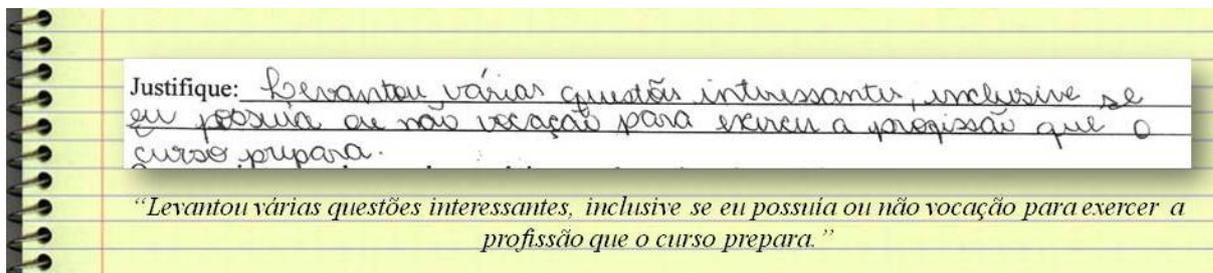


Figura 31: Comentário sobre questões que surgiram no processo de investigação

Foram diversos os fatores apresentados como agradáveis no desenvolvimento desse projeto de pesquisa. O principal destaque foi dado à oportunidade da aquisição de mais conhecimento, que fica evidenciado nos comentários dos estudantes:

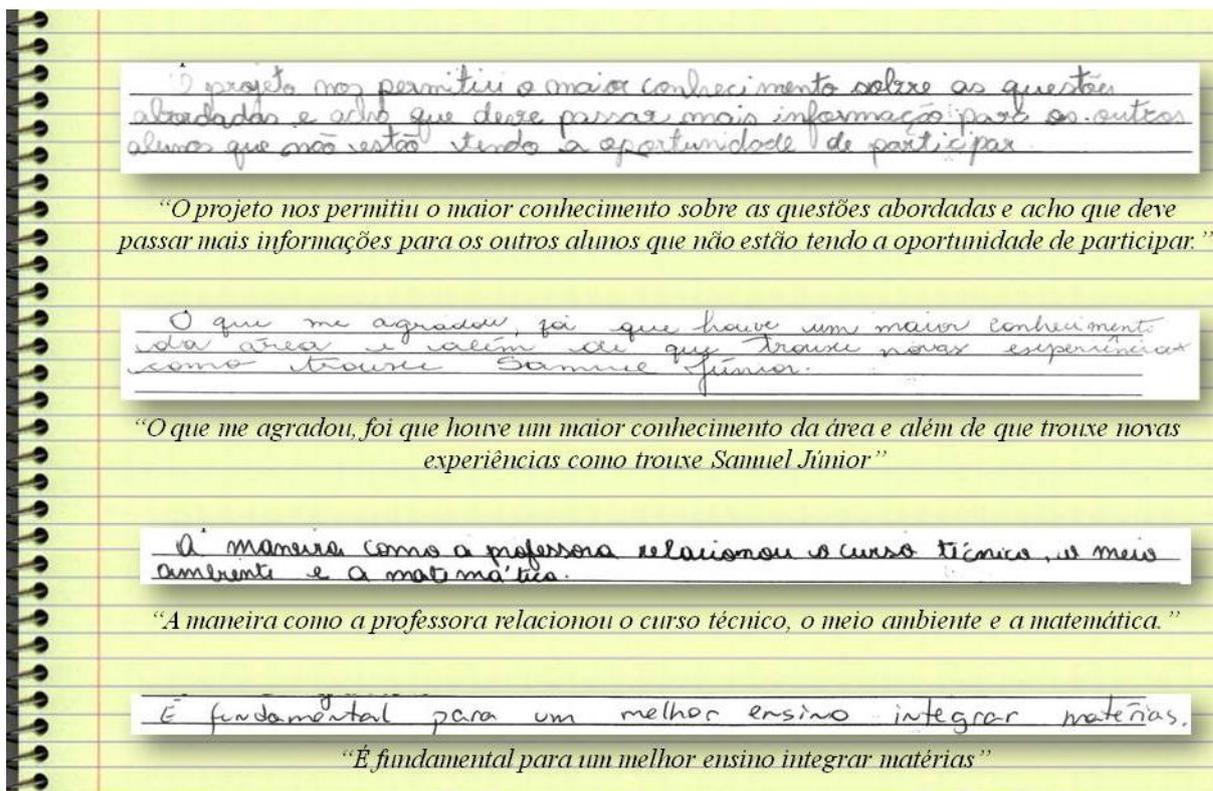


Figura 32: Fatores apontados pelos estudantes como agradáveis

A participação dos estudantes em equipe e a interdisciplinaridade também foram fatores assinalados como positivos no trabalho. Outros aspectos foram pontuados como o amadurecimento pessoal; a conscientização da necessidade de uma prática profissional sustentável, buscando minimizar os impactos ambientais, privilegiando o bem estar humano e animal, e a possível inserção no meio científico, por conta de projeto desta natureza.

O projeto também suscitou insatisfação a três discentes questionados. Neste sentido, foram destacadas a dificuldade em realizar os cálculos matemáticos desenvolvidos, o curto espaço de tempo destinado a segunda fase do trabalho e o envolvimento da química, já que o trabalho de um dos grupos foi sobre gás metano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“Deus quer. O homem sonha. A obra nasce.”
Fernando Pessoa.*

Mais do que um problema, que tinha a ver com nossos interesses e valores, este trabalho foi um *sonho*, que para Ferreira (2004) significa desejo e aspiração. Desta forma, ao iniciarmos esta pesquisa, tivemos um sonho: apresentar, para os estudantes do CTUR, uma matemática mais útil e atraente.

Para tanto, usamos a modelagem matemática, como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem. Neste ínterim, discutimos questões atreladas com os impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte. Foi também nossa preocupação tratar do papel da matemática como parte do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio.

Durante o processo investigativo, os estudantes mostraram grande interesse no estudo do tema em questão. No entanto, quando a matemática surgiu no processo, foi possível perceber o desinteresse por parte de alguns discentes. Situação que ficou confirmada na inquirição realizada, já que afirmaram ter sua aprendizagem facilitada muito mais nas disciplinas técnicas do que na matemática. Os educandos se mostraram mais questionadores quanto a real utilidade da matemática em disciplinas do ensino técnico.

A discussão sobre um Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio nos oportunizou uma reflexão sobre o papel da matemática como parte deste processo, que objetiva as duas tarefas de ensinar para a vida e para o trabalho.

No que diz respeito aos impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte, ficou destacado na reflexão dos estudantes a preocupação de como o técnico agrícola pode contribuir com ações que permeiam pela preservação e conservação de recursos naturais à sustentabilidade social e econômica dos sistemas produtivos. Os estudantes destacaram ainda que a agropecuária e a tecnologia devem caminhar juntas, e que o principal aspecto a ser desenvolvido é a conscientização da sociedade como um todo no sentido de preservar o planeta em que vivemos.

Em pesquisa que trata da sociedade, a exigência da objetividade e da neutralidade científicas se torna difícil de ser cumprida. Não foi possível nos mantermos fora do problema investigado. Em algum momento tomamos partido, afinal é muito difícil ser apenas observador. Uma observação mais cuidadosa nos levou a identificar a nossa efetiva participação neste trabalho, que nos oportunizou uma reflexão do nosso papel de professor no processo de ensinar e aprender. Após o final do trabalho, entendemos que a educação é uma relação estabelecida a dois, de um lado o *educador*, do outro o *educando*, ambos portadores de nome, história de vida e expectativas. Assim, somos mais do que funções, somos pessoas *sui generis* envolvidas em uma relação interpessoal.

Evidenciou-se no processo a necessidade de repensarmos o perfil do técnico formado pelo CTUR. Nos dias atuais, é comum nos depararmos com profissionais com sobra de conhecimento acadêmico e com escassez de sabedoria para sua prática. Os estudantes, em sua maioria, saem da escola com essas deficiências, o que limita suas possibilidades de agir. Destacamos que, além de ensinarmos a técnica, é imprescindível desenvolvermos nos estudantes sensibilidade e sabedoria. Neste sentido, Alves (2000, p.131) diz:

Assim são as nossas escolas, que ensinam tudo sobre fogo, panelas, ingredientes, condimentos, reações, transformações, mensurações – mas em

nenhum lugar ensinam a arte suprema sem a qual não se faz comida boa: a arte de degustar. Nas escolas se formam cozinheiros castrados de língua.

Morin (2009) justifica que o fracasso das reformas do ensino com a afirmação: “não se pode reformar a instituição sem ter previamente reformado os espíritos e as mentes, mas não se pode reformá-los se as instituições não forem previamente reformadas”. Desta forma, entendemos que é mister um repensar institucional no que diz respeito ao tipo de formação, que vem ocorrendo nas escolas técnicas. Atualizar e fazer cumprir os objetivos e as justificativas, elencadas no Projeto Político Institucional (PPI) das escolas técnicas, requer que todos os envolvidos no processo, professores, alunos, gestores e comunidade escolar, abarquem a tarefa de reaprender a pensar o ensino técnico, estimulando uns aos outros, como representamos na figura 33.

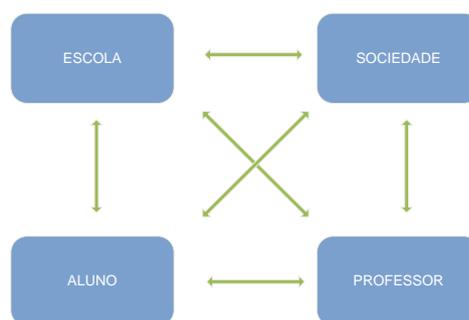


Figura 33: Segmentos envolvidos no processo de repensar o ensino técnico

É notório que as atividades extraclasse devem ser primadas dentro desse olhar. Em nossa experiência, observamos a grande motivação dos estudantes ao conhecer a realidade de outra escola agrotécnica. Eles identificaram fatores positivos e desfavoráveis em suas formações, fazendo um estudo paralelo das instituições, CTUR/UFRRJ e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus Barbacena*, além de repensar mais uma vez o papel do Técnico em Agropecuária na sociedade em que vivemos.

Minha impressão ao final dessa pesquisa é a de que é inegável a eficácia de tornar a matemática mais útil e atraente aos estudantes do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica, fazendo uma integração com disciplinas técnicas. Portanto, é imperativa a continuidade de investimentos em projetos desta natureza, estabelecendo parcerias com outros professores da instituição.

As atividades desenvolvidas com os estudantes do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica no CTUR, utilizando princípios da modelagem matemática, contribuíram para o aprendizado de matemática e sua aplicabilidade nas demais disciplinas da área técnica. De fato, o projeto viabilizou um ambiente de aprendizagem mais significativo aos alunos. O interesse deles foi suscitado por tratar da discussão de questões relacionadas com a agropecuária e a preservação do meio ambiente. Observamos também que o processo de investigação estimulou a vontade de aprender, além de aguçar a curiosidade.

É notório que o resultado esperado para esse projeto foi alcançado. No entanto, ocorreram alguns percalços em seu desenvolvimento. Além da organização e planejamento do tempo destinado a cada uma das etapas, que foi um tanto escasso na fase em que trabalhamos com a matemática, a insegurança em transitar por área do conhecimento, diverso do nosso domínio, foi uma das principais dificuldades encontradas nesse processo. Se tivesse que recomendar esse trabalho, seriam fundamentais algumas mudanças, em especial no que diz respeito à organização do tempo, no intuito de melhor distribuí-lo. No tocante à instabilidade que nos alcançou ao trabalhar com os princípios da modelagem, percebemos que esta

funciona como fator desafiador. Essas intempéries motivaram uma quebra de paradigma, ocasionando um movimento da zona de conforto para zona de risco.

O saber e o conhecimento para Alves (2000) só se justificam se servem para ampliar nossas possibilidades de construir uma vida feliz, com mais sabor. Desta forma, entendemos que é indispensável professores e estudantes constantemente refletirem sobre o destino dos saberes e conhecimentos compartilhados no processo de ensinar e aprender.

Encerramos nosso trabalho com a fala de Alves (2000, p.135):

[...] qualidade que não seja meio para felicidade é como panela importada que faz angu encaroçado. É melhor parar de importar panelas. É preciso desenvolver, antes, a capacidade de sentir prazer. Mas, para isso, as escolas teriam de ser diferentes, as cabeças dos pais teriam que ser diferentes, as cabeças dos professores teriam de ser diferentes: menos saber e mais sabor, como nos aconselharam Barthes e Borges ao final de suas vidas. Mas, como Hengel observou, as pessoas ficam sábias sempre quando já é tarde demais...

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rubem. *Conversas com quem gosta de ensinar: (+ qualidade total na educação)*. Campinas: Papirus, 2000.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico**. In: Reunião anual da ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, Jonei. **Modelagem Matemática e a Perspectiva Sócio-crítica**. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 2, 2003, Santos. Anais. São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM. Não paginado.
- BASSANEZI, R. Modeling as a teaching-learning strategy. *For the learning of mathematics*, Vancouver, v. 14, n.2, p. 31 – 35, June 1994. In: BARBOSA, Jonei. **Modelagem Matemática e a Perspectiva Sócio-crítica**. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 2, 2003, Santos. Anais. São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM. Não paginado.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2009.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 5.154/04, de 23 de julho de 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2011. Disponível em:
- BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática e a sala de aula**. In: ENCONTRO PARAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.
- CHAGAS G. **Gás gerado com material orgânico**. Divulgação no jornal Unesp em junho/2006 – ano XX – nº 212, caderno ambiente página 6.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática: Da teoria à prática**. Campinas, SP: Papirus, 1996.
- DEGANUTTI, Roberto. et al. **Biodigestores rurais: modelos indiano, chinês e batelada** disponível em: www.agr.unicamp.br/energia/agre2002/pdf0004.pdf, acesso em 13/01/2011
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio: o minidicionário da língua portuguesa**. 6. ed. rev. Atualiz. Curitiba: Positivo, 2004. 896p.
- FREIRE, P., FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998. 158p.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. **Ensino Médio Integrado: Concepções e contradições**, 2 ed. – São Paulo: Cortez, 2010.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 15/05/2011.

MARTINEZ, José Carlos; TARRENTO, Gilson Eduardo. **Análise da implantação de biodigestores em pequenas propriedades rurais, dentro do contexto da produção limpa**. In: XIII SIMPEP. Bauru (SP), nov. 2006.

MONTEIRO, Alexandrina; POMPEU JR., Geraldo. **A Matemática e os Temas Transversais**. São Paulo: Editora Moderna, 2001.

MORIN, Edgar. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. Edgar Morin; Maria da Conceição de Almeida, Edgar de Assis Carvalho (orgs.), 5. Ed.. São Paulo: Cortez: 2009.

PAMPLONA, Ronaldo Mendes. **As relações entre o Estado e a escola: um estudo sobre o desenvolvimento da educação profissional de nível médio no Brasil**. Dissertação. 143p. Seropédica – RJ. UFRRJ, 2008.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Pecuária Reduziu Emissão do Gás Metano em 30%**. 2008. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=27589>. Acesso em 15/05/2011

RIBEIRO, Deyvid da S. **Determinação das Dimensões de um Biodigestor em Função da Proporção Gás/Fase Líquida**. HOLOS. 2011, Ano 27, Vol.1. p.49-56. Disponível em <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/269/418>. Acesso em 15/05/2011.

ROCHA, Iara Cristina Bazan da. **Ensino da Matemática: Formação para a Exclusão ou para a Cidadania**. Educação Matemática em Revista (Revista da SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática), São Paulo, n. 09, ano 8, p. 22-31, abr. 2001.

ROMA, José Eduardo. **O Curso de Especialização em Educação Matemática, na PUCCAMP - “A Metodologia da Etno/Modelagem Matemática Aplicada ao Ensino Fundamental e Médio” – reflexos na prática pedagógica dos professores egressos**. In: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife - PE, 15 a 18 de julho de 2004.

SANT’ANA, Alvinho Alves. et al. **Modelagem Matemática: prática e planejamento**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA, 4., 2010, Canoas. **Anais**. Canoas: ULBRA, 2010. 1 CD-ROM.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertações**. 3ª ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. 2001. 121p.

SILVA, Fabio M. da, LUCAS JUNIOR, Jorge de, BENINCASA, Mario et al. **Desempenho de um aquecedor de água a biogás**. Eng. Agríc. [online]. set./dez. 2005, vol.25, no.3, p.608-614. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n3/28055.pdf>. Acesso em 15/05/2011.

SKOVSMOSE, Ole. **Cenários para investigação**. Bolema. N. 14, p.66 – 91. Rio Claro: 2000.

SOUZA, Cecília F., LUCAS JUNIOR, Jorge de e FERREIRA, Williams P. M. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida**. Eng. Agríc. [online]. maio/ago. 2005, vol.25, no. 2, p.530-539. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n2/26516.pdf>. Acesso em 15/05/2011.

TRANI, P.E.; CAMARGO, M.S., TRANI, A.L.; PASSOS, F.A. **Superfosfato simples com esterco animal: um bom fertilizante organomineral**. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/organomineral/index.htm>. Acesso em: 15/5/2011.

U.S.EPA (WASHINGTON, DC). Evaluation ruminant livestock efficiency projects and programs: peer review draft. United States Environmental Protection Agency, 2000.

VICENTIN, Fábio Roberto. **Avaliação da aprendizagem no âmbito da Modelagem Matemática: implicações didático-pedagógicas**. In: BURAK, D; KLÜBER, T. E.; PACHECO, E. R. (orgs.) Educação matemática: reflexões e ações. 1. Ed. – Curitiba: Editora CRV, 2010, 275 p.

WEIL, Pierre; D'AMBROSIO, Ubiratan; CREMA, Roberto. Rumo à nova **transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento**. São Paulo: Summus, 1993.

YIN, Robert K, **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZEN, Sergio De; BARIONI, Luis Gustavo; BONATO, Daniela Bacchi Bartholomeu; ALMEIDA, Matheus Henrique Scaglia de; RITTIL, Tatiana Francischinelli. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE)**. CEPEA, Piracicaba (SP), maio 2008.

ANEXO 1
Instrumento de pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA



Prezado (a) aluno (a),

Estamos desenvolvendo uma pesquisa denominada “*Modelagem Matemática: ambiente de aprendizagem em curso técnico de agropecuária orgânica*”, que tem como propósito investigar como a Modelagem Matemática pode contribuir para o aprendizado de Matemática e sua aplicabilidade em disciplinas técnicas. A finalidade dessa pesquisa permeia em identificar ações que promovam um ensino da matemática mais eficaz e atraente.

Sua informação é fundamental para que possamos desenvolver esta pesquisa. Neste sentido, solicitamos que responda o questionário abaixo.

Desde já agradecemos sua colaboração.

Atenciosamente,

Elaine Albuquerque

Questionário

1. Idade: _____
2. Sexo:
 Feminino Masculino
3. Você cursou o Ensino Fundamental em uma escola
 pública. privada.
4. Você mora em
 área urbana. área rural.
5. Qual foi o principal motivo que levou à escolha do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica?
 Aptidão para trabalhar no setor agropecuário.
 Busca por um curso de Ensino Médio público e de qualidade.
 Maior número de vagas.
 Outro. Qual? _____
6. O que você pretende fazer após a conclusão do Curso Técnico em Agropecuária Orgânica?
 Exercer a profissão de Técnico Agrícola
 Fazer curso superior em área afim
 Fazer curso superior em outra área
 Outro. Qual? _____
7. Na sua vida escolar, em quais disciplinas você teve **mais facilidade** de aprendizagem? Justifique.

8. Na sua vida escolar, em quais disciplinas você teve **mais dificuldade** de aprendizagem? Justifique.

9. Considerando as aulas em que os conteúdos de Matemática são ministrados sem nenhum tipo de contextualização, como você se sente em relação à sua aprendizagem?

10. Você percebe que existe relação entre os conhecimentos das diversas disciplinas técnicas e de formação geral?

() Sim () Não

Justifique: _____

11. A metodologia utilizada no projeto – “*impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte*” – favoreceu sua aprendizagem na disciplina de Matemática?

() Sim () Não

Justifique: _____

12. A metodologia utilizada no projeto – “*impactos ambientais causados pela bovinocultura de corte*” – favoreceu sua aprendizagem na disciplinas da área técnica?

() Sim () Não

Justifique: _____

13. Há relação entre o que você aprende em Matemática com as atividades da sua vida cotidiana?

() Sim () Não

Justifique: _____

14. Você acha que o projeto desenvolveu seu senso crítico, no sentido de torná-lo um ser humano que reflete sobre o mundo a sua volta?

() Sim () Não

Justifique: _____

15. Você achou desafiador o processo de investigação que surgiu durante este projeto?

() Sim () Não

Justifique: _____

16. O que mais te agradou no desenvolvimento do projeto de Modelagem? E o que menos te agradou? Por quê?
